

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-080941

(43)Date of publication of application : 11.03.2004

(51)Int.Cl.

H02M 3/28

(21)Application number : 2002-239708

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 20.08.2002

(72)Inventor : NISHIDA AKIO

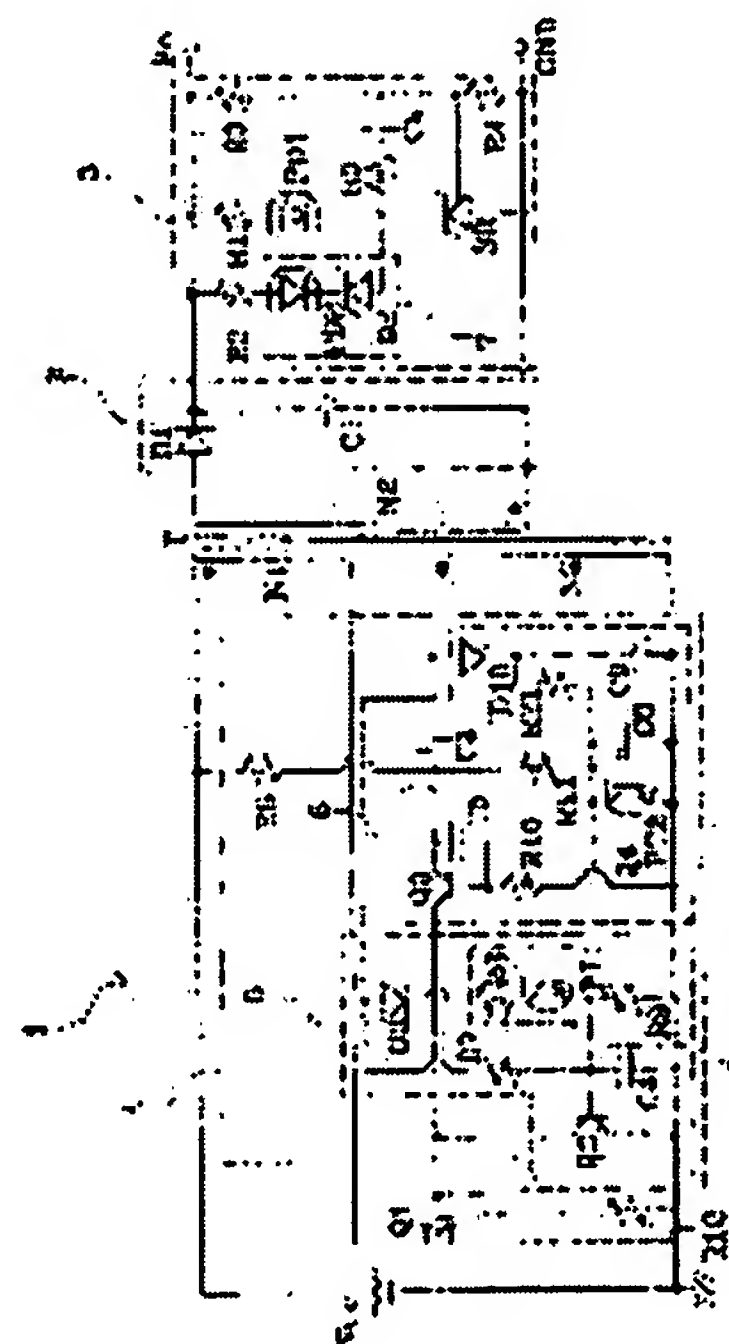
TAKEMURA HIROSHI

(54) SWITCHING POWER SUPPLY AND ELECTRONIC EQUIPMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a switching power supply and electronic equipment using the same, capable of reducing switching loss, by decreasing much the switching frequency at a low load, and preventing increase of a conduction loss by preventing the switching frequency at a nominal load or heavy load from falling more than required.

SOLUTION: An on-period control circuit 5 and an off-period control circuit 6 are provided. The off-period control circuit 6 functions to reduce switching frequency at a low load. The on-period control circuit 5 functions, instead of the off-period control circuit 6 at a nominal load or heavy load to prevent lowering of the switching frequency more than required due to the off-period control circuit 6.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-080941

(43)Date of publication of application : 11.03.2004

---

(51)Int.Cl. H02M 3/28

---

(21)Application number : 2002- (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD  
239708

(22)Date of filing : 20.08.2002 (72)Inventor : NISHIDA AKIO  
TAKEMURA HIROSHI

---

(54) SWITCHING POWER SUPPLY AND ELECTRONIC EQUIPMENT USING  
THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a switching power supply and electronic equipment using the same, capable of reducing switching loss, by decreasing much the switching frequency at a low load, and preventing increase of a conduction loss by preventing the switching frequency at a nominal load or heavy load from falling more than required.

SOLUTION: An on-period control circuit 5 and an off-period control circuit 6 are provided. The off-period control circuit 6 functions to reduce switching frequency at a low load. The on-period control circuit 5 functions, instead of the off-period control circuit 6 at a nominal load or heavy load to prevent lowering of the switching frequency more than required due to the off-period control circuit 6.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.10.2003

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

### \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

In switching power supply equipment equipped with the control circuit prepared between the transformer equipped with the primary winding, the secondary winding, and the feedback winding, the input power and the 1st switching device which were connected to said primary winding at the serial, and the end of said feedback winding and the control terminal of said 1st switching device, the rectifier circuit connected to said secondary winding, and the output voltage detector which detects the output voltage outputted from this rectifier circuit, and sends a feedback signal to said control circuit,

Said control circuit is switching power supply equipment characterized by having the "on" period control circuit which stabilizes output voltage, and the "off" period control circuit which stabilizes output voltage by delaying the turn-on of said 1st switching device based on said feedback signal by carrying out the turn-off of said 1st switching device of an ON state based on said feedback signal.

[Claim 2]

Switching power supply equipment according to claim 1 characterized by stabilizing output voltage and stabilizing output voltage by operating said "on" period control circuit in addition to the time of a light load, and controlling a "on" period by operating said "off" period control circuit at the time of a light load, and controlling a "off" period.

[Claim 3]

Said feedback signal consists of the 1st feedback signal which controls a "on" period control circuit, and the 2nd feedback signal which controls a "off" period control circuit,

Said output voltage detector is switching power supply equipment according to claim 2 characterized by outputting exclusively said the 1st feedback signal and said 2nd feedback signal according to load power.

[Claim 4]

Said output voltage detector is equipped with the 1st light emitting diode which

outputs said 1st feedback signal, the shunt regulator connected to this 1st light emitting diode at the serial, and the 1st series circuit connected so that it might become juxtaposition relation to said 1st light emitting diode, and it consists of a source of a constant voltage prepared so that a current might not flow to said 2nd light emitting diode until, as for this 1st series circuit, the 2nd light emitting diode and output voltage exceed a predetermined value,

The 2nd switching device by which said "on" period control circuit was prepared between the control terminal of said 1st switching device, and the gland of an input side, It has the time constant circuit which functions in order to carry out the turn-on of said 2nd switching device, while connecting with the control terminal of this 2nd switching device. While this time constant circuit includes the 2nd series circuit which consists of the 1st photo transistor combined with resistance and said 1st light emitting diode By enlarging the resistance of resistance of this 2nd series circuit Even if the current more than predetermined flows to said 1st light emitting diode, in order that the current which flows to said 1st photo transistor may hardly change Switching power supply equipment according to claim 3 which the time constant of said time constant circuit does not change, but is characterized by trying not to function substantially [ in order for said "on" period control circuit to be output voltage stabilization ].

[Claim 5]

The switch connected to the 1st light emitting diode and this 1st light emitting diode with which said output voltage detector outputs said 1st feedback signal at the serial, With the shunt regulator further connected to the serial in the series circuit which consists of said the 1st light emitting diode and said switch It has the 1st series circuit connected so that it might become juxtaposition relation to the series circuit which consists of said the 1st light emitting diode and said switch.

This 1st series circuit consists of a source of a constant voltage prepared so that a current might not flow to said 2nd light emitting diode until the 2nd light emitting diode and output voltage exceed a predetermined value,

The 2nd switching device by which said "on" period control circuit was prepared

between the control terminal of said 1st switching device, and the gland of an input side, It has the time constant circuit which functions in order to carry out the turn-on of said 2nd switching device, while connecting with the control terminal of this 2nd switching device. This time constant circuit is switching power supply equipment according to claim 3 characterized by including the 2nd series circuit which consists of the 1st photo transistor combined with resistance and said 1st light emitting diode.

[Claim 6]

Said "off" period control circuit is switching power supply equipment according to claim 4 or 5 which is formed at a serial between the end of said feedback winding, and the control terminal of said 1st switching device, and is characterized by having the 3rd switching device by which on-off control is carried out based on the 2nd feedback signal from said output voltage detector.

[Claim 7]

Said "off" period control circuit is switching power supply equipment according to claim 6 which is equipped with the 2nd photo transistor combined with said 2nd light emitting diode, and is characterized by said 3rd switching device turning on and turning off when the resistance of this 2nd photo transistor is below a predetermined value.

[Claim 8]

Switching power supply equipment according to claim 7 characterized by making said 2nd photo transistor function as said a part of time constant circuit of said "on" period control circuit by connecting the emitter of said 2nd photo transistor to the control terminal of said 2nd switching device.

[Claim 9]

Said "off" period control circuit is equipped with the 3rd series circuit containing the 2nd photo transistor combined with said 2nd light emitting diode, and a capacitor. This 3rd series circuit flows, a current turns to and comes out of it at the "off" period of said 1st switching device, and it comes to connect with juxtaposition at said feedback winding. Switching power supply equipment



according to claim 6 characterized by turning off said 3rd switching device when the charge electrical potential difference of said capacitor by the electrical potential difference generated in said feedback winding is beyond a predetermined value.

[Claim 10]

It is switching power supply equipment according to claim 7 to 9 which said "off" period control circuit is equipped with the limit circuit which restricts the electrical potential difference impressed to the control terminal of said 1st switching device, and is characterized by constituting this limit circuit including said 3rd switching device.

[Claim 11]

Switching power supply equipment according to claim 1 to 10 characterized by having the constant-voltage regulator equipped with the current antisuckback function prepared between the outputs of the direct current voltage supply which supply driver voltage to said "off" period control circuit using the electrical potential difference generated in said feedback winding, and said input power and said direct current voltage supply.

[Claim 12]

The electronic instrument characterized by using switching power supply equipment according to claim 1 to 11.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.



---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

#### [Field of the Invention]

This invention relates to the electronic instrument which used switching power supply equipment and it.

[0002]

#### [Description of the Prior Art]

In recent years, for example, a printer, facsimile, etc., the demand to lessening power consumption of the time of standby, at i.e., the omitting printing actuation time, has been increasing. Lessening power consumption at the time of the own standby of a power unit, i.e., a light load, used for a printer or facsimile as one is called for.

[0003]

However, in the switching power supply equipment of a general RCC method, a switching frequency becomes high and has the property in which switching loss increases, so that a load becomes light, and if it remains as it is, reduction of the power consumption at the time of a light load cannot be desired.

[0004]

On the other hand, the switching power supply equipment for reducing the power consumption at the time of the light load in the switching power supply equipment of a RCC method is indicated by JP,7-67335,A. By having the circuit which grounds the control terminal of the 1st switching device compulsorily during 1 scheduled time at the time of a light load, the switching power supply equipment indicated by JP,7-67335,A is reducing the power consumption at the time of a light load, as the turn-on of the 1st switching device is delayed and a switching frequency does not become more than fixed.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, in the switching power supply equipment indicated by JP,7-67335,A, there is a problem that a switching frequency cannot be sharply reduced at the time of a light load, and power consumption cannot be referred to as reducing sharply only by making it a switching frequency not become more than fixed.

[0006]

Moreover, there is a problem that a switching frequency cannot follow the abrupt change of a load. For example, it is at the light load and heavy-loading time, and when it was set up so that a switching frequency might change a lot and a load changes suddenly from a light load to heavy loading, the fall of an output and a halt of a power source may occur in change of a load, without the ability following a switching frequency. For this reason, there is a problem of it becoming impossible to reduce a switching frequency sharply at the time of a light load.

[0007]

This invention offers the switching power supply equipment which the switching frequency at the time of a light load can be sharply reduced for the purpose of solving the above-mentioned trouble, and can reduce power consumption, and the electronic instrument using it.

[0008]

[Means for Solving the Problem]

In order to attain the above-mentioned purpose, the switching power supply equipment of this invention The transformer equipped with the primary winding, the secondary winding, and the feedback winding, and the input power and the 1st switching device which were connected to said primary winding at the serial, The control circuit prepared between the end of said feedback winding, and the control terminal of said 1st switching device, In switching power supply equipment equipped with the rectifier circuit connected to said secondary winding, and the output voltage detector which detects the output voltage outputted from this rectifier circuit, and sends a feedback signal to said control circuit, Said control circuit is characterized by having the "on" period control circuit which

stabilizes output voltage, and the "off" period control circuit which stabilizes output voltage by delaying the turn-on of said 1st switching device based on said feedback signal by carrying out the turn-off of said 1st switching device of an ON state based on said feedback signal.

[0009]

Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by stabilizing output voltage and stabilizing output voltage by operating said "on" period control circuit in addition to the time of a light load, and controlling a "on" period by operating said "off" period control circuit at the time of a light load, and controlling a "off" period.

[0010]

Moreover, it consists of the 2nd feedback signal with which the switching power supply equipment of this invention controls the 1st feedback signal with which said feedback signal controls a "on" period control circuit, and a "off" period control circuit, and is characterized by said output voltage detector outputting exclusively said the 1st feedback signal and said 2nd feedback signal according to load power.

[0011]

Moreover, the 1st light emitting diode with which, as for the switching power supply equipment of this invention, said output voltage detector outputs said 1st feedback signal, With the shunt regulator connected to this 1st light emitting diode at the serial It has the 1st series circuit connected so that it might become juxtaposition relation to said 1st light emitting diode. This 1st series circuit consists of a source of a constant voltage prepared so that a current might not flow to said 2nd light emitting diode until the 2nd light emitting diode and output voltage exceed a predetermined value. The 2nd switching device by which said "on" period control circuit was prepared between the control terminal of said 1st switching device, and the gland of an input side, It has the time constant circuit which functions in order to carry out the turn-on of said 2nd switching device, while connecting with the control terminal of this 2nd switching device. While this

time constant circuit includes the 2nd series circuit which consists of the 1st photo transistor combined with resistance and said 1st light emitting diode By enlarging the resistance of resistance of this 2nd series circuit Even if the current more than predetermined flows to said 1st light emitting diode, in order that the current which flows to said 1st photo transistor may hardly change By the time constant of said time constant circuit not changing, in order for said "on" period control circuit to be output voltage stabilization, it is characterized by trying not to function substantially.

[0012]

Moreover, the switch on which the switching power supply equipment of this invention was connected to the 1st light emitting diode and this 1st light emitting diode with which said output voltage detector outputs said 1st feedback signal at the serial, With the shunt regulator further connected to the serial in the series circuit which consists of said the 1st light emitting diode and said switch It has the 1st series circuit connected so that it might become juxtaposition relation to the series circuit which consists of said the 1st light emitting diode and said switch. This 1st series circuit consists of a source of a constant voltage prepared so that a current might not flow to said 2nd light emitting diode until the 2nd light emitting diode and output voltage exceed a predetermined value. The 2nd switching device by which said "on" period control circuit was prepared between the control terminal of said 1st switching device, and the gland of an input side, It has the time constant circuit which functions in order to carry out the turn-on of said 2nd switching device, while connecting with the control terminal of this 2nd switching device. It is characterized by this time constant circuit including the 2nd series circuit which consists of the 1st photo transistor combined with resistance and said 1st light emitting diode.

[0013]

Moreover, said "off" period control circuit is prepared at a serial between the end of said feedback winding, and the control terminal of said 1st switching device, and the switching power supply equipment of this invention is characterized by

having the 3rd switching device by which on-off control is carried out based on the 2nd feedback signal from said output voltage detector.

[0014]

Moreover, it is characterized by equipping said "off" period control circuit with the 2nd photo transistor combined with said 2nd light emitting diode, and said 3rd switching device turning on and turning off the switching power supply equipment of this invention, when the resistance of this 2nd photo transistor is below a predetermined value.

[0015]

Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by making said 2nd photo transistor function as said a part of time constant circuit of said "on" period control circuit by connecting the emitter of said 2nd photo transistor to the control terminal of said 2nd switching device.

[0016]

The switching power supply equipment of this invention moreover, said "off" period control circuit It has the 3rd series circuit containing the 2nd photo transistor combined with said 2nd light emitting diode, and a capacitor. When the charge electrical potential difference of said capacitor by the electrical potential difference on which a current flows at the "off" period of said 1st switching device and which is turned to, it comes out, comes to connect with juxtaposition at said feedback winding, and is generated in said feedback winding is beyond a predetermined value, as for this 3rd series circuit, said 3rd switching device is characterized by being turned off.

[0017]

Moreover, the switching power supply equipment of this invention is equipped with the limit circuit where said "off" period control circuit restricts the electrical potential difference impressed to the control terminal of said 1st switching device, and it is characterized by constituting this limit circuit including said 3rd switching device.

[0018]

Moreover, the switching power supply equipment of this invention is characterized by having the constant-voltage regulator equipped with the current antisuckback function prepared between the outputs of the direct current voltage supply which supply driver voltage to said "off" period control circuit using the electrical potential difference generated in said feedback winding, and said input power and said direct current voltage supply.

[0019]

Moreover, the electronic instrument of this invention is characterized by using above switching power supply equipment.

[0020]

Thus, by constituting, in the switching power supply equipment of this invention, and the electronic instrument using it, the switching frequency at the time of a light load can be reduced, and reduction of switching loss can be aimed at.

Moreover, the fall of the switching frequency at the time of a rated load and heavy loading can be prevented, and increase of flow loss can be prevented.

[0021]

[Embodiment of the Invention]

(Example 1)

The circuit diagram of one example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 1. The transformer T by which switching power supply equipment 1 was equipped with the primary winding N1, the secondary winding N2, and the feedback winding N3 in drawing 1 DC power supply Vcc whose end is the input power connected to the end of a primary winding N1, The 1st switching device Q1 which consists of an MOSFET connected between the other end of a primary winding N1, and the other end of DC power supply Vcc, It consists of control circuits 4 prepared between the rectifier circuit 2 connected between the secondary winding N2 and the output terminal Po, the output voltage detector 3 connected to the output terminal Po, and the end of a feedback winding N3 and the gate which is the control terminal of the 1st switching device Q1. Here, the other end of DC power supply Vcc



becomes the gland of an input side.

[0022]

The rectifier circuit 2 consists of capacitors C1 for smooth connected between the diode D1 connected to the end of a secondary winding N2, and the cathode of diode D1 and the other end of a secondary winding N2. Here, the other end of a secondary winding N2 becomes the gland of an output side.

[0023]

With the resistance R1, 1st light emitting diode PD1, and the shunt regulator SR by whom the output voltage detector 3 was mutually connected to the serial between the output terminal Po and the gland of an output side It has the resistance R3 and resistance R4 which were similarly mutually connected to the serial between the output terminal Po and the gland of an output side, resistance R2, the 1st series circuit 7 which consists of the 2nd light emitting diode PD2 and zener diode D2, and resistance R5 and a capacitor C2. Here, the 1st series circuit 7 is connected to juxtaposition to resistance R1 and 1st light emitting diode PD1 while connecting with resistance R2 and a serial. Moreover, resistance R5 and a capacitor C2 are connected to a serial, the end is connected with 1st light emitting diode PD1 at a shunt regulator's SR node, and the other end is connected at the node of resistance R2 and resistance R3. And the node of resistance R2 and resistance R3 is connected to a shunt regulator's SR control terminal. Among these, resistance R5 and a capacitor C2 are the negative feedback circuits to a shunt regulator SR.

[0024]

The control circuit 4 consists of starting resistances R6 connected between the node of the capacitor C3 connected to the serial between the "on" period control circuit 5 connected to the gate of the 1st switching device Q1, and the end of a feedback winding N3 and the gate of the 1st switching device Q1, the "off" period control circuit 6 and a capacitor C3, and the "off" period control circuit 6, and the end of DC power supply Vcc.

[0025]



Among these, the "on" period control circuit 5 consists of capacitors C4 with the 2nd switching device Q2 which is the transistor of an NPN mold, resistance R7, diode D3, the 2nd series circuit 8 that consists of resistance R8 and the 1st photo transistor PT 1, and resistance R9. Among these, the 2nd collector and emitter of a switching device Q2 are connected to the 1st gate and source of a switching device Q1, respectively. Resistance R7 is connected between the end of a feedback winding N3, and the base which is the control terminal of the 2nd switching device Q2. Similarly diode D3 and the 2nd series circuit 8 are connected to the serial between the end of a feedback winding N3, and the base of the 2nd switching device Q2. And resistance R9 and a capacitor C4 are connected between the base-emitters of the 2nd switching device Q2, respectively. The 1st photo transistor PT 1 constitutes the photo coupler with 1st light emitting diode PD1. The feedback signal sent to the "on" period control circuit 5 from the output voltage detector 3 through the photo coupler which consists of this 1st photo transistor PT 1 and 1st light emitting diode PD1 is called 1st feedback signal.

[0026]

Moreover, the "off" period control circuit 6 consists of the 3rd switching device Q3 which is the transistor of an PNP mold, a capacitor C5, the transistor Q4 of an NPN mold, resistance R10, resistance R11, a capacitor C6, the 2nd photo transistor PT 2 and diode D10, a capacitor C9, and resistance R21. Among these, an emitter and a collector are connected with a capacitor C3 at the gate of the 1st switching device Q1, respectively, and, as for the 3rd switching device Q3, the base is connected to the collector of a transistor Q4 through resistance R10. The transistor Q4 is connected with the capacitor C6 respectively through the 2nd photo transistor PT 2 in the gland of an input side while an emitter is connected to the gland of an input side and the base is connected to the emitter of a transistor Q3 through resistance R11. The 2nd photo transistor PT 2 constitutes the photo coupler with 2nd light emitting diode PD2. The feedback signal sent to the "off" period control circuit 6 from the output voltage detector 3

through the photo coupler which consists of this 2nd photo transistor PT 2 and 2nd light emitting diode PD2 is called 2nd feedback signal. Furthermore, the end of a feedback winding N3 is connected to the other end through diode D10 and a capacitor C9 in order, and the node of diode D10 and a capacitor C9 is connected to the base of a transistor Q4 through resistance R21.

[0027]

And resistance R12 is connected between the gate drains of the 1st switching device Q1. Resistance R12 has the effectiveness which prevents the 1st switching device Q1 turning on by a surge etc. by making low the impedance between the gate sources of the 1st switching device Q1.

[0028]

Thus, about the constituted switching power supply equipment 1, the actuation of those other than the time of a light load at the time of a rated load and heavy loading etc. is explained previously first. In addition, especially in the following explanation, unless it refuses, in calling it the time of heavy loading, it shall include the time of a rated load.

[0029]

In switching power supply equipment 1, when the 1st switching device Q1 is ON, magnetic energy is stored in Transformer T according to the current which flows to a primary winding N1, and when the 1st switching device Q1 is OFF, a current flows for the load connected to the output terminal Po through the rectifier circuit 2 from the secondary winding N2 by the magnetic energy. And in the output voltage detector 3, the current which becomes so large that a load becomes light according to load power flows to 1st light emitting diode PD1. In the output voltage detector 3, at the time of heavy loading, it sets up so that the voltage drop in the resistance R1 and 1st light emitting diode PD1 by this current may not exceed the zener voltage of zener diode D2. Therefore, although a current flows to 1st light emitting diode PD1 at the time of heavy loading, a current does not flow to 2nd light emitting diode PD2.

[0030]

Since the 2nd feedback signal is not outputted unless a current flows to 2nd light emitting diode PD2, the 2nd photo transistor PT 2 of the "off" period control circuit 6 becomes being OFF with as. A capacitor C6 is charged according to the current which flows in through resistance R21 from the rectifier circuit which consists of diode D10 and a capacitor C9. And when the electrical potential difference of a feedback winding N3 is negative, it discharges through resistance R11 and the 2nd photo transistor PT 2. However, since the 2nd photo transistor PT 2 turns off, a capacitor C6 hardly discharges and does not almost have a voltage drop. Therefore, a capacitor C6 will always charge. And a transistor Q4 is turned on with the electrical potential difference charged by the capacitor C6, and the 3rd switching device Q3 is also turned on by it. If the current which flows out of a secondary winding N2 is lost, a flyback electrical potential difference will occur in a feedback winding N3, but since the 3rd switching device Q3 is in an ON state, an electrical potential difference is not prevented from being flyback impressed to the gate of the 1st switching device Q1 from a feedback winding N3. Therefore, the "off" period control circuit 6 does not function at the time more than a rated load.

[0031]

Since such a current big on the other hand that a load becomes light at 1st light emitting diode PD1 according to the magnitude of a load flows, with the 1st feedback signal, a load becomes light, and it functions as resistance to which resistance becomes small, so that the current of the photo transistor [ 1st ] PT 1 of the "on" period control circuit 5 which flows to 1st light emitting diode PD1 increases.

[0032]

Moreover, in the "on" period control circuit 5, a capacitor C4 is charged with the electrical potential difference generated after the turn-on of the 1st switching device Q1 at a feedback winding N3, when the charge electrical potential difference reaches the threshold of the 2nd switching device Q2, the 2nd switching device Q2 can carry out a turn-on, and the turn-off of the 1st switching

device Q1 can be carried out by it. That is, the "on" period control circuit 5 is equipped with the function which controls the "on" period of the 1st switching device Q1.

[0033]

And a capacitor C4 is charged not only according to the current which flows in through resistance R7 from a feedback winding N3 but according to the current which flows in through diode D3 and the 2nd series circuit 8 (resistance R8 and the 1st photo transistor PT 1). As mentioned above, the current of the photo transistor [ 1st ] PT 1 which flows the 1st photo transistor PT 1, so that a load becomes light, in order to function as small resistance of resistance so that a load becomes light according to the 1st feedback signal increases, and the charge rate of a capacitor C4 becomes quick. Since the 2nd switching device Q2 will carry out a turn-on quickly if the charge rate of a capacitor C4 becomes quick, the turn-off of the 1st switching device Q1 is carried out quickly, and the "on" period of the 1st switching device Q1 becomes short. Thus, the "on" period control circuit 5 is controlled so that a load becomes light at the time of heavy loading, the "on" period of a switching device Q1 is shortened and output voltage becomes fixed.

[0034]

In addition, since the electrical potential difference of hard flow occurs in a feedback winding N3 at the 1st turn-off and coincidence of a switching device Q1 and the charge charge of a capacitor C4 discharges by it, the above-mentioned actuation becomes repeatable.

[0035]

As mentioned above, in switching power supply equipment 1, output voltage is stabilized by "on" period control at the time of heavy loading. In that case, in order that the "off" period control circuit 6 may not function, the turn-on of the 1st switching device Q1 is performed by the flyback electrical potential difference from a feedback winding. Therefore, it sets to switching power supply equipment 1. From a secondary winding N2, a current is flow and at the same time a current

will flow to a primary winding N1 and a current will not flow to a primary winding N1 in the turn-off of the 1st switching device Q1, when the 1st switching device Q1 is ON It operates in the current criticality mode which repeats actuation that the 1st switching device Q1 carries out a turn-on, and a current begins to flow to a primary winding N1 at the same time the current which flows out of a secondary winding N2 is lost.

[0036]

Next, the actuation at the time of the light load of switching power supply equipment 1 is explained.

In the "on" period control circuit 5, although the 1st photo transistor PT 1 functions as resistance according to the 1st feedback signal, if the resistance becomes small enough to the resistance of the resistance R8 connected to the serial, the resistance value change of the 1st photo transistor PT 1 will not affect actuation of the "on" period control circuit 5. That is, if the current which becomes a light load and flows to 1st light emitting diode PD1 becomes large, the resistance of the 1st photo transistor PT 1 will become small enough, but since the resistance of resistance R8 exists, the impedance of the 2nd series circuit 8 does not become smaller than the resistance of resistance R8. It becomes impossible to shorten a "on" period more than it, and stops therefore, functioning as a "on" period control circuit. This means that the 1st feedback signal is no longer outputted substantially, although 1st light emitting diode PD1 is emitting light. In addition, for that, it is necessary to make the resistance of resistance R8 high beforehand compared with the case where it does not have the "off" period control circuit.

[0037]

Since a "on" period stops becoming short more than it when the "on" period control circuit 5 stops functioning, although a load becomes light, it is going to become out of control [ switching power supply equipment 1 ], and output voltage tends to leap up. The electrical potential difference exceeding the zener voltage of zener diode D2 is impressed to the series circuit which consists of resistance



R1 of the output voltage detector 3, and 1st light emitting diode PD1 then.

Therefore, a still bigger current comes to flow to 1st light emitting diode PD1.

Moreover, the current according to the magnitude of a load comes to flow also to 2nd light emitting diode PD2, and the 2nd feedback signal comes to be outputted to it.

[0038]

On the other hand, in the "off" period control circuit 6, the 2nd photo transistor PT 2 is turned on with the 2nd feedback signal, and it comes to function as resistance which has the resistance according to the 2nd feedback signal. In this case, the charge charge of a capacitor C6 discharges through resistance R11 and the 2nd photo transistor PT 2 at the "off" period of the 1st switching device Q1, a charge electrical potential difference becomes below the threshold of a transistor Q4, and a transistor Q4 is turned off. The 3rd switching device Q3 is also turned off by it. Therefore, even if the current which flows out of a secondary winding N2 is lost and a flyback electrical potential difference occurs in a feedback winding N3, it is prevented from being impressed to the gate of the 1st switching device Q1. That a flyback electrical potential difference is not impressed to the gate of the 1st switching device Q1 means barring the turn-on of the 1st switching device Q1, and making a "off" period extend.

[0039]

After the energy of Transformer T is emitted through diode D1, the electrical potential difference of a feedback winding N3 will be in the condition of a ringing from a negative electrical potential difference. When the electrical potential difference of a feedback winding N3 is no longer a negative electrical potential difference, discharge of the capacitor C6 through resistance R11 is lost.

Therefore, a capacitor C6 begins to be again charged with the time constant decided by resistance R21, and the 2nd photo transistor PT 2 and capacitor C6. If the charge electrical potential difference of a capacitor C6 rises by this, a transistor Q4 turns on and the 3rd switching device Q3 is also turned on. If the 3rd switching device Q3 turns on, the collector voltage of the 3rd switching

device Q3, i.e., the gate voltage of the 1st switching device Q1, will rise and carry out a turn-on with the charge stored in the capacitor C3. Thus, the "off" period control circuit 6 can control the "off" period of the 1st switching device Q1 according to the 2nd feedback signal.

[0040]

And since the current which flows to 2nd light emitting diode PD2 becomes large and the resistance of the 2nd photo transistor PT 2 becomes low so that a load becomes light, charging to extent to which a capacitor C6 can carry out the turn-on of the transistor Q4 comes to take time amount. Therefore, the "off" period of the 1st switching device Q1 becomes long, so that a load becomes light. And when this "off" period control circuit 6 functions, output voltage is controlled uniformly. In addition, switching power supply equipment 1 operates in current discontinuity mode in this case.

[0041]

Switching power supply equipment 1 operates in current discontinuity mode at the time of a light load because it is performing "off" period control as mentioned above. And this is not avoided when performing "off" period control. Therefore, if the "on" period control circuit 5 does not exist but the "off" period control circuit 6 operates also at the time of heavy loading, "off" period control will be performed at the time of heavy loading. If "off" period control is performed, a switching frequency will become high, so that a load becomes heavy contrary to the case where it is the usual RCC method. In switching power supply equipment, since switching loss becomes large relatively at the time of a light load, there is a desire to make a switching frequency low, since flow loss becomes large relatively conversely at the time of heavy loading, there is a request of wanting to make a switching frequency high, and "off" period control has agreed in this.

[0042]

However, when controlling a "off" period, it will always operate in current discontinuity mode, and there is a limitation in the rise of a switching frequency. And if it is fully going to reduce the switching frequency at the time of a light load,



the problem that become very lower than the case where the switching frequency at the time of heavy loading is the usual RCC method, and flow loss becomes large may occur. In switching power supply equipment 1, it can prevent that such a problem occurs by performing "off" period control only at the time of a light load. [0043]

Here shows the measurement result of a time amount change wave of the electrical potential difference  $V_{ds}$  between the drain sources of the 1st switching device Q1 in the switching power supply equipment 1 of this invention, the both-ends electrical potential difference  $V_{c6}$  of a capacitor C6, and the both-ends electrical potential difference  $V_{c4}$  of a capacitor C4 to drawing 2. Among these, as for (d), (c) shows the condition when close to no-load [ with a still lighter load ] for the condition at the time of the light load with which "off" period control is performed in the condition just before a load becomes lighter than the time of a rated load about the condition at the time of the rated load with which "on" period control is performed as for (b) and (a) changes from "on" period control to "off" period control, respectively.

[0044]  
as shown in drawing 2 (a) and (b), in the condition that "on" period control is performed, it turns out that the both-ends electrical potential difference  $V_{c6}$  of the capacitor C6 of the "off" period control circuit 6 serves as about 1 law on the level which makes a transistor Q4 an ON state, and the "off" period control circuit 6 is not functioning. Moreover, it turns out that the "on" period control circuit 5 is functioning from the period of switching of the direction of drawing 2 (b) being short. Moreover, drawing 2 (a) and (b) also show that the time of the charge electrical potential difference  $V_{c4}$  of a capacitor C4 becoming a peak is the timing of the turn-on (turn-off of the 1st switching device Q1) of the 2nd switching device Q2. In addition, in drawing 2 (a) and (b), there is no ringing of  $V_{ds}$  so that it may turn out that drawing 2 (a), (b), drawing 2 (c), and (d) are compared. This shows that switching power supply equipment 1 is operating by current continuous mode.

[0045]

And as shown in drawing 2 (c) and (d), it turns out that the both-ends electrical potential difference  $V_{c6}$  of the capacitor C6 of the "off" period control circuit 6 is periodically changed at the time of a light load, and the "off" period control circuit 6 is functioning. [ when the current which flows out of a secondary winding N2 is lost in that case and the electrical potential difference  $V_{ds}$  between the drain sources of the 1st switching device Q1 begins a ringing (at the time of a flyback electrical potential difference occurring in a feedback winding N3) ] From the both-ends electrical potential difference  $V_{c6}$  of a capacitor C6 showing the minimal value, a transistor Q4 is in an OFF state, the 3rd switching device Q3 is also in an OFF state, and it shows having prevented the electrical potential difference from being flyback impressed to the gate of the 1st switching device Q1. Moreover, while carrying out such actuation, switching power supply equipment 1 will operate in current discontinuity mode inevitably.

[0046]

Moreover, the comparison with the case where only "off" period control is performed, respectively shows the relation between the load current and the switching frequency in the switching power supply equipment 1 of this invention, and effectiveness to drawing 3 and drawing 4 .

[0047]

Although there is no big difference in a switching frequency or effectiveness this invention and in the case of "off" period control at the time of a light load with little load current so that drawing 3 and drawing 4 may show, in the load more than fixed, it turns out that a switching frequency becomes [ the direction of this invention ] high, and effectiveness is good in connection with it.

[0048]

Like the above explanation, in the switching power supply equipment 1 of this invention, "on" period control is performed more than a rated load for stabilization of output voltage, and "off" period control is performed at the time of a light load. Therefore, at the time of a light load, a switching frequency can be reduced

sharply, switching loss can be reduced, the fall beyond the need for the switching frequency under the effect of "off" period control can be prevented more than in the time of a rated load, and increase of flow loss can be prevented.

[0049]

(Example 2)

The circuit diagram of another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 5 . In drawing 5 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 1 R> 1, or equivalent, and the explanation is omitted.

[0050]

In the switching power supply equipment 10 shown in drawing 5 , the difference from switching power supply equipment 1 is only the point that the emitter of the 2nd photo transistor PT 2 of the "off" period control circuit 6 is connected to the base of the 2nd switching device Q2 of the "on" period control circuit 5 instead of the gland of an input side.

[0051]

Thus, in the constituted switching power supply equipment 10, since a current does not flow to 2nd light emitting diode PD2 like the case of switching power supply equipment 1 at the time of heavy loading, the "off" period control circuit 6 does not function, but "on" period control is performed.

[0052]

On the other hand, in switching power supply equipment 1, at the time of a light load, since the resistance of the 1st photo transistor PT 1 becomes small enough to the resistance of resistance R8, the 1st feedback signal from 1st light emitting diode PD1 is no longer outputted substantially. And in order that a current may flow to 2nd light emitting diode PD2, the "off" period control circuit 6 functions.

[0053]

However, in switching power supply equipment 10, since the emitter of the 2nd photo transistor PT 2 is connected to the base of the 2nd switching device Q2 of the "on" period control circuit 5 instead of the gland of an input side, the current

which flows the 2nd photo transistor PT 2 will be used also as the charging current of the capacitor C4 of the "on" period control circuit 5. That is, the 2nd photo transistor PT 2 will function as a part of time constant circuit of the "on" period control circuit 5. Therefore, if a load becomes light, the current which flows to 2nd light emitting diode PD2 increases and the current which flows to the 2nd photo transistor PT 2 in connection with it also increases, the charging time of a capacitor C4 becomes short, the turn-on of the 2nd switching device Q2 will become quick, and the turn-off of the 1st switching device Q1 will also become quick. That is, it will be controlled at the time of a light load so that a "on" period also becomes short auxiliary. In this case, if the switching frequency at the time of a light load is compared with switching power supply equipment 1, it will become high.

[0054]

In switching power supply equipment 1, since only "off" period control is performed at the time of a light load, if a load will become extremely light or will be in unloaded condition, a switching frequency may fall to the degree of pole, and \*\*\*\*\* may occur. On the other hand, in the case of switching power supply equipment 10, a switching frequency can be maintained more than fixed not only "off" period control but by controlling a "on" period auxiliary at the time of a light load, and \*\*\*\*\* can be prevented.

[0055]

(Example 3)

The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 6 . In drawing 6 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 1 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0056]

In the switching power supply equipment 20 shown in drawing 6 , the difference from switching power supply equipment 1 is only the point of having replaced with the control circuit 4 and having the control circuit 21. In the control circuit 21,

the starting resistance R6 in a control circuit 4 was deleted, and it replaced with the "off" period control circuit 6, and has the "off" period control circuit 22. In addition, there is no modification about the "on" period control circuit 5.

[0057]

The "off" period control circuit 22 consists of the 3rd switching device Q5 which is the transistor of an NPN mold, the resistance R12 which turns into a starting resistance substantially, zener diode D4, the transistor Q6 of an NPN mold, resistance R13, resistance R14 and resistance R15, a capacitor C7, and the 2nd photo transistor PT 2 and diode D5. Here, the 3rd switching device Q5 is connected to the gland of an input side through zener diode D4 while a collector and an emitter are connected with a capacitor C3 at the gate of the 1st switching device Q1, respectively and the base is connected to the end of DC power supply Vcc through resistance R12. Resistance R13, diode D5, and the 2nd photo transistor PT 2 and capacitor C7 are connected to juxtaposition at the feedback winding N3 while connecting with a serial. The 2nd photo transistor PT 2 and capacitor C7 constitute the 3rd series circuit 23. A collector is connected to the base of the 3rd switching device Q5, and, as for the transistor Q6, the emitter is connected at the node of the 2nd photo transistor PT 2 and a capacitor C7. Resistance R14 is connected between the base emitters of a transistor Q6, and resistance R15 is connected between the base of a transistor Q6, and the gland of an input side.

[0058]

The 2nd photo transistor PT 2 constitutes the photo coupler with 2nd light emitting diode PD2 like the case of switching power supply equipment 1. The signal fed back to the "off" period control circuit 22 from the output voltage detector 3 through the photo coupler which consists of this 2nd photo transistor PT 2 and 2nd light emitting diode PD2 turns into the 2nd feedback signal in switching power supply equipment 20.

[0059]

Thus, about the constituted switching power supply equipment 20, the actuation

at the time of heavy loading is explained previously first.

[0060]

In switching power supply equipment 20, the 2nd photo transistor PT 2 of the "off" period control circuit 22 remains being OFF since a current does not flow to 2nd light emitting diode PD2 like the case of switching power supply equipment 1 at the time of heavy loading. When the 2nd photo transistor PT 2 is OFF, a transistor Q6 is also turned off in order that a current may not flow. Therefore, the base electrical potential difference of the 3rd switching device Q5 turns into zener voltage of zener diode D4, and the 3rd switching device Q5 is turned on. In this case, an electrical potential difference is not prevented from being flyback impressed to the gate of the 1st switching device Q1 from a feedback winding N3. Therefore, the "off" period control circuit 22 does not function at the time of heavy loading.

[0061]

In addition, about the "on" period control circuit 5, since it is the same as switching power supply equipment 1, "on" period control is performed at the time of heavy loading.

[0062]

On the other hand, at the time of a light load, in order that a current may flow to 2nd light emitting diode PD2, the 2nd feedback signal occurs, and the "off" period control circuit 22 functions.

[0063]

First, while the main-switch component Q1 becomes off and the current is flowing through diode D1 from the secondary winding N2, in the feedback winding N3, the electrical potential difference to which an other end side becomes high has occurred. If the current flowed to 2nd light emitting diode PD2 and the 2nd feedback signal has occurred at this time, the 2nd photo transistor PT 2 will come to function as resistance which has the resistance according to the 2nd feedback signal. Therefore, a current flows to the 3rd series circuit 23, diode D5, and the series circuit that consists of resistance R13, and it charges so that the direction



where the capacitor C7 is connected to the gland of an input side by it may just become. In order for the resistance of the 2nd photo transistor PT 2 to fall so that it becomes a light load, the current which flows to a capacitor C7 increases, and the charge electrical potential difference of a capacitor C7 also becomes high. since it, simultaneously the charge electrical potential difference of a capacitor C7 are impressed to resistance R15 and resistance R14, when the charge electrical potential difference of a capacitor C7 reaches more than fixed, a transistor Q6 is turned on. Consequently, the base electrical potential difference of the 3rd switching device Q5 falls, and the 3rd switching device Q5 is turned off. [0064]

If the current which flows out of a secondary winding N2 through diode D1 becomes zero, in a feedback winding N3, a flyback electrical potential difference with a sign reverse [ it ] will occur. At this time, in order that the charge charge of a capacitor C7 may discharge through resistance R14 and resistance R15, the ON state of a transistor Q6 continues. Therefore, the OFF state of the 3rd switching device Q5 is also continued. While the 3rd switching device Q5 is in an OFF state, an electrical potential difference is prevented from being flyback impressed to the gate of the 1st switching device Q1. That a flyback electrical potential difference is not impressed to the gate of the 1st switching device Q1 means that the turn-on of the 1st switching device Q1 is barred, and a "off" period is extended.

[0065]

The ON time amount of a transistor Q6 is decided by the charging time value of a capacitor C7, and the charging time value of a capacitor C7 is dependent on the charge electrical potential difference of a capacitor C7. Since the charge electrical potential difference of a capacitor C7 becomes so high that it becomes a light load as mentioned above, the ON time amount of a transistor Q6 becomes long, and the off time amount of the 3rd switching device Q5, i.e., the "off" period of the 1st switching device Q1, becomes long, so that it becomes a light load. In addition, a flyback electrical potential difference is decreased in the meantime,



vibrating.

[0066]

If a transistor Q6 turns off by reduction of the charge of a capacitor C7, the base electrical potential difference of the 3rd switching device Q5 rises and turns on. If the 3rd switching device Q5 turns on, the gate voltage of the 1st switching device Q1 will rise and carry out a turn-on according to the current which flows through between the base emitters of the 3rd switching device Q5. Thus, the "off" period control circuit 22 can control the "off" period of the 1st switching device Q1 according to the 2nd feedback signal. Namely, in switching power supply equipment 20, output voltage is uniformly controlled by "off" period control at the time of a light load.

[0067]

In switching power supply equipment 20, it differs in switching power supply equipment 1 or 10, and when the 1st switching device Q1 is OFF as mentioned above, the OFF state of the 3rd switching device Q5 is maintained using the electrical potential difference generated in a feedback winding N3. And the base electrical potential difference of the 3rd switching device Q5 in the "off" period of the 1st switching device Q1 is maintained at potential lower than ground potential. Switching power supply equipment 1 and in the case of 10, there is no path which maintains the OFF state of the 3rd switching device Q3, and the 3rd switching device Q3 may turn on by the surge in a circuit etc. On the other hand, in switching power supply equipment 20, on circuitry, when the 1st switching device Q1 is OFF, the 3rd switching device Q5 can certainly be turned off with the electrical potential difference generated in a feedback winding N3. Therefore, the possibility of malfunction by an electrical-potential-difference surge etc. can be reduced.

[0068]

(Example 4)

The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 7. In drawing 7, the

same notation is given to a part the same as that of drawing 1 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0069]

In the switching power supply equipment 30 shown in drawing 7 , the difference from switching power supply equipment 1 is only the point of having replaced with the control circuit 4 and having the control circuit 31. In the control circuit 31, the starting resistance R6 in a control circuit 4 was deleted, and it replaced with the "off" period control circuit 6, and has the "off" period control circuit 32. In addition, there is no modification about the "on" period control circuit 5.

[0070]

In the "off" period control circuit 32, it replaced with the 3rd switching device Q3 in the "off" period control circuit 4, a capacitor C5, and resistance R10, and has the 3rd switching device Q7, a transistor Q8, diode D6, and resistance R16, R17, and R18. Here, the 3rd switching device Q7 is the transistor of an NPN mold, and the collector and the emitter are connected with the capacitor C3 at the gate of the 1st switching device Q1, respectively. Between the base of the 3rd switching device Q7, and the end of DC power supply Vcc, the resistance R16 which turns into a starting resistance substantially is connected. Zener diode D6 is connected between the base of the 3rd switching device Q7, and the gland of an input side. A collector is connected to the base of the 3rd switching device Q7, and, as for the transistor Q8, the emitter is connected to the gland of an input side. And it connects with the gland of an input side through resistance R18, and the base of a transistor Q8 is connected also to the collector of a transistor Q4. The base of a transistor Q8 is further connected through resistance R17 at the node of diode D10 and a capacitor C9.

[0071]

Thus, about the constituted switching power supply equipment 30, the actuation of those other than the time of a light load at the time of a rated load and heavy loading etc. is explained previously first.

[0072]

In switching power supply equipment 30, the 2nd photo transistor PT 2 of the "off" period control circuit 32 remains being OFF since a current does not flow to 2nd light emitting diode PD2 like the case of switching power supply equipment 1 at the time of heavy loading. If the 2nd photo transistor PT 2 becomes off, with the charge electrical potential difference of a capacitor C6, a transistor Q4 will be turned on and a transistor Q8 will become off. Therefore, the base of the 3rd switching device Q7 becomes the zener voltage of zener diode D6, and the 3rd switching device Q7 is turned on. In this case, an electrical potential difference is not prevented from being flyback impressed to the gate of the 1st switching device Q1 from a feedback winding N3. Therefore, the "off" period control circuit 32 does not function at the time of heavy loading.

[0073]

In addition, about the "on" period control circuit 5, since it is the same as switching power supply equipment 1, "on" period control is performed at the time of heavy loading.

[0074]

On the other hand, at the time of a light load, in order that a current may flow to 2nd light emitting diode PD2, the 2nd feedback signal occurs, and the "off" period control circuit 32 functions. Hereafter, actuation of the "off" period control circuit 32 is explained.

[0075]

Like the case of the "off" period control circuit 6 of switching power supply equipment 1, the charge charge of a capacitor C6 discharges through resistance R11 and the 2nd photo transistor PT 2 at the "off" period of the 1st switching device Q1, a charge electrical potential difference becomes below the threshold of a transistor Q4, and a transistor Q4 is turned off. By it, a transistor Q8 is turned on, consequently the 3rd switching device Q7 is turned off. Therefore, even if the current which flows out of a secondary winding N2 is lost and a flyback electrical potential difference occurs in a feedback winding N3, it is prevented from being impressed to the gate of the 1st switching device Q1.

[0076]

That is, in switching power supply equipment 30, since the 3rd switching device which was a PNP transistor became an NPN transistor in the "off" period control circuit in the case of the "off" period control circuit 6, only the point that the circuit of logic reversal was inserted between a transistor Q4 and the 3rd switching device Q7 is the difference from switching power supply equipment 1. Therefore, there is almost no difference with switching power supply equipment 1 in actuation.

[0077]

By comparing with the switching power supply equipment 1 of drawing 1 which uses the transistor of an PNP mold as the 3rd switching device hereafter explains the operation effectiveness of switching power supply equipment 30.

[0078]

First, in switching power supply equipment 1, starting conditions are as the following formula.

$$vccxra/(r6+ra) > Vth (Q1)$$

Among these, for vcc, the electrical potential difference of DC power supply Vcc and ra are [ the resistance of resistance R6 and Vth (Q1) of the parallel resistance value of resistance R10 and R12 (resistance prepared between the gate sources of the 1st switching device Q1) and r6 ] the threshold electrical potential differences of the 1st switching device Q1. In addition, the voltage drop in the 3rd switching device Q3 and a transistor Q4 is disregarded.

[0079]

Here, the value of resistance R10 influences the switching rate of the 3rd switching device Q3, the base current of the 3rd switching device Q3 becomes small, its current amount of supply to the gate of the 1st switching device Q1 also decreases by it, so that this is large, and the switching speed of the 1st switching device Q1 becomes slow. Since switching loss will increase if the switching speed of the 1st switching device Q1 becomes slow, the value of resistance R10 is not made not much greatly. And unless it can enlarge the value of resistance

R10, in order to fulfill starting conditions, the value of resistance R6 cannot be enlarged, either. Since resistance R6 is a starting resistance, that this value cannot be enlarged means that loss by resistance R6 cannot be made small.

[0080]

On the other hand, in the case of switching power supply equipment 30 using the transistor of an NPN mold as the 3rd switching device, starting conditions become like the following formula.

$$v_{cc} \times r_{12} / (r_{16} + r_{12}) > V_{th}(Q1)$$

Among these, r16 is the resistance of resistance R16.

[0081]

If [ the resistance of the resistance R12 of switching power supply equipment 1 and switching power supply equipment 30 ] the same, it is necessary to make the resistance of resistance R6 smaller from starting conditions than the resistance of the resistance R16 in switching power supply equipment 30 with switching power supply equipment 1. Therefore, in switching power supply equipment 30, loss by the resistance R16 which is resistance equivalent to a starting resistance can be made small.

[0082]

Thus, in switching power supply equipment 30, reduction of loss by the starting resistance can be aimed at by using the transistor of an NPN mold as the 3rd switching device.

[0083]

By the way, in the switching power supply equipment 30 of drawing 7, zener diode D6 is connected between the base of the 3rd switching device Q7, and the other end of DC power supply Vcc. This zener diode D6 constitutes the limit circuit with the 3rd switching device Q7, and it has restricted it so that the gate voltage (control voltage) of the 1st switching device Q1 may not exceed the predetermined range by this. That is, the gate voltage of the 1st switching device Q1 is at the maximum.

$$V_{gs}(Q1) = V_z(D6) - V_{be}(Q7)$$

It is alike and is restricted. Here,  $V_{gs}(Q1)$  is [ the zener voltage of zener diode D6 and  $V_{be}(Q7)$  of the electrical potential difference between the gate sources of the 1st switching device Q1 and  $V_z(D6)$  ] the electrical potential differences between base emitters of the 3rd switching device Q7. Therefore, when the range of input voltage like the switching power supply equipment corresponding to a worldwide input is wide, it can prevent that the control voltage of the 1st switching device Q1 exceeds the predetermined range.

[0084]

In addition, although omitted in explanation of switching power supply equipment 20, also in switching power supply equipment 20, it is the configuration almost same about a bootstrap circuit as switching power supply equipment 30, and since it also has the limit circuit, the effectiveness that loss by the starting resistance can be reduced like switching power supply equipment 30, or it can respond to the input voltage of the large range can be done so.

[0085]

(Example 5)

The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 8 and drawing 9 . Drawing 9 shows some switching power supply equipments 40 which were not able to be shown in drawing 8 in another drawing. In drawing 8 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 7 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0086]

In addition to the configuration of switching power supply equipment 30, switching power supply equipment 40 is equipped with the constant-voltage regulator 41 and direct current voltage supply 42 in drawing 8 and drawing 9 . drawing 8 -- setting -- an A point -- the end (end of a primary winding N1) of DC power supply  $V_{cc}$  -- in the B point, C point means the other end (the other end of a feedback winding N3, gland of an input side) of DC power supply  $V_{cc}$ , and D point means the node of resistance R11, R16, and R17 for the end of a feedback



winding N3. In addition, although D point is connected in switching power supply equipment 30 at the A point, it does not connect here.

[0087]

First, the constant-voltage regulator 41 consists of resistance R19 and resistance R20, a transistor Q9, zener diode D7, and diode D8. The collector of a transistor Q9 is connected through resistance R19 at an A point, the base is connected to C point through zener diode D7, and the emitter is connected to D point through diode D8. The base of a transistor Q9 is connected through resistance R20 also at the A point. Thus, by constituting, the base electrical potential difference of a transistor Q9 is constant-voltage-ized by the zener voltage of zener diode D7, and, as a result, the emitter of a transistor Q9 is constant-voltage-ized by the value lower about 0.6v than the base.

[0088]

On the other hand, direct current voltage supply 42 are the rectifier circuits which consisted of diode D9 and a capacitor C8, and what rectified the electrical potential difference generated in a feedback winding N3 appears in the cathode of diode D9.

[0089]

And the emitter of the transistor Q9 of the constant-voltage regulator 41 is connected to D point while connecting with the cathode of the diode D9 of direct current voltage supply 12 through diode D8.

[0090]

In switching power supply equipment 40, since the electrical potential difference has not occurred in a feedback winding N3 at a power up, direct current voltage supply 42 do not function, but the electrical potential difference constant-voltage-ized by the constant-voltage regulator 41 is supplied to D point through diode D8. And if an electrical potential difference occurs in a feedback winding N3 and direct current voltage supply 42 begin to function on it, since the cathode electrical potential difference of diode D9 will become higher than the emitter electrical potential difference of a transistor Q9, the output voltage of direct



current voltage supply 42 is supplied to D point. The current supplied to D point from the constant-voltage regulator 41 is intercepted. That is, diode D8 achieves the function to prevent that a current flows backwards from direct current voltage supply 42 to the constant-voltage regulator 41.

[0091]

Thus, in the constituted switching power supply equipment 40, the electrical potential difference constant-voltage-ized by the constant-voltage regulator 41 is impressed to a power up, and the electrical potential difference from the direct current voltage supply 42 with an electrical-potential-difference value lower than DC power supply Vcc is impressed to the resistance R16 which is a starting resistance in addition to a power up. Therefore, compared with the case where a direct electrical potential difference is impressed, power consumption can be reduced from DC power supply Vcc.

[0092]

In addition, since it is completely the same as switching power supply equipment 30 except the bootstrap circuit part of switching power supply equipment 40, there is no difference in actuation as switching power supplies at the time of heavy loading and a light load etc.

[0093]

Moreover, the configuration using such a constant-voltage regulator and direct current voltage supply can be applied also in which the above-mentioned example, and does so the same operation effectiveness as the case of switching power supply equipment 40.

[0094]

(Example 6)

The circuit diagram of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention is shown in drawing 10 . In drawing 10 , the same notation is given to a part the same as that of drawing 1 , or equivalent, and the explanation is omitted.

[0095]

In the switching power supply equipment 50 shown in drawing 10 , the difference from switching power supply equipment 1 is only the point of having replaced with the output voltage detector 3 and having the output voltage detector 51. In the output voltage detector 51, Switch SW is formed in the serial at light emitting diode PD1. And in the "on" period control circuit 5, in the case of switching power supply equipment 1, the resistance of the resistance R8 of the 2nd series circuit 8 should be beforehand made high compared with the case where it does not have the "off" period control circuit, but in the case of switching power supply equipment 50, it is made into the same usual value as the case where it does not have the "off" period control circuit.

[0096]

Thus, in the constituted switching power supply equipment 50, Switch SW is turned ON at the time of heavy loading. In this case, since a current does not flow to 2nd light emitting diode PD2 like the time of heavy loading in switching power supply equipment 1, the "off" period control circuit 6 does not function, but "on" period control is performed.

[0097]

On the other hand, at the time of a light load, Switch SW is turned OFF with the standby signal (signal which shows that a device is in a standby condition) from devices, such as facsimile by which for example, switching power supply equipment is incorporated. In this case, in order that a current may not flow to 1st light emitting diode PD1, the 1st feedback signal is no longer outputted.

Therefore, since a current flows to 2nd light emitting diode PD2 and the 2nd feedback signal is inevitably outputted to it, the "off" period control circuit 6 functions and "off" period control is performed.

[0098]

Thus, it set to switching power supply equipment 50, and Switch SW ON and is off and "on" period control and "off" period control are switched compulsorily. An automatic change-over of "on" period control and "off" period control is not performed. In addition, about the actuation in each control state, there are not a

case of switching power supply equipment 1 and a substantial difference, and the same operation effectiveness can be done so.

[0099]

In addition, although considered as the configuration which forms a switch in the output voltage detector of switching power supply equipment 1 in switching power supply equipment 50, it is possible to consider as the same configuration also in the switching power supply equipment of which the natural above-mentioned example.

[0100]

(Example 7)

The perspective view of one example of the electronic instrument of this invention is shown in drawing 11 . In drawing 11 , the printer 100 which is one of the electronic instruments is using the switching power supply equipment 1 of this invention as a part of power circuit.

[0101]

Although the part about printing actuation of a printer 100 consumes power at the time of printing, it hardly consumes power at the time of the standby which does not carry out printing actuation. And since the switching power supply equipment 1 of this invention is used, the power loss at the time of standby can be reduced, and improvement in effectiveness can be aimed at.

[0102]

In addition, although the switching power supply equipment 1 shown in drawing 1 in the printer 100 shown in drawing 11 was used, the switching power supply equipments 10, 20, 30, 40, and 50 shown in drawing 5 thru/or drawing 10 may be used, and the same operation effectiveness is done so.

[0103]

Moreover, the electronic instrument of this invention is not restricted to a printer, and contains all the electronic instruments that need DC power supply with a stable electrical potential difference for a notebook computer, a portable information device, etc.

[0104]

[Effect of the Invention]

On the occasion of constant-voltage-izing of output voltage, based on the feedback signal from an output voltage detector, at the time of a rated load and heavy loading, "on" period control of the 1st switching device is performed, and, according to the switching power supply equipment of this invention, "off" period control of the 1st switching device is performed at the time of a light load. By this, the switching frequency at the time of a light load can be reduced, and reduction of switching loss can be aimed at. Moreover, at the time of a rated load and heavy loading, a switching frequency can be made comparatively high and increase of flow loss can be prevented.

[0105]

Moreover, according to the electronic instrument of this invention, improvement in effectiveness can be aimed at by using the switching power supply equipment of this invention.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing one example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the property Fig. showing the relation of the magnitude of a load and the voltage waveform in the predetermined part of the switching power supply equipment of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the property Fig. showing the relation between the load current of the switching power supply equipment of drawing 1 , and a switching frequency.

[Drawing 4] It is the property Fig. showing the relation between the load current of the switching power supply equipment of drawing 1 , and effectiveness.

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 6] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 7] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 8] It is the circuit diagram showing a part of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 9] It is the circuit diagram showing some another switching power supply equipments of drawing 8 .

[Drawing 10] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 11] It is the perspective view showing one example of the electronic instrument of this invention.

[Description of Notations]

1, 10, 20, 30, 40, 50 -- Switching power supply equipment

2 -- Rectifier circuit

3 51 -- Output voltage detector

4, 21, 31 -- Control circuit

5 -- "on" period control circuit

6, 22, 32 -- "off" period control circuit

7 -- The 1st series circuit

8 -- The 2nd series circuit

23 -- The 3rd series circuit

41 -- Constant-voltage regulator

42 -- Direct current voltage supply

100 -- Printer

T -- Transformer

N1 -- Primary winding

N2 -- Secondary winding

N3 -- Feedback winding

Vcc -- DC power supply

Q1 -- The 1st switching device

Q2 -- The 2nd switching device

Q3, Q5, Q7 -- The 3rd switching device

PD1 -- The 1st light emitting diode

PD2 -- The 2nd light emitting diode

PT1 -- The 1st photo transistor

PT2 -- The 2nd photo transistor

SR -- Shunt regulator

C7 -- Capacitor

SW -- Switch

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing one example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 2] It is the property Fig. showing the relation of the magnitude of a load and the voltage waveform in the predetermined part of the switching power supply equipment of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the property Fig. showing the relation between the load current of the switching power supply equipment of drawing 1 , and a switching



frequency.

[Drawing 4] It is the property Fig. showing the relation between the load current of the switching power supply equipment of drawing 1 , and effectiveness.

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 6] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 7] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 8] It is the circuit diagram showing a part of still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 9] It is the circuit diagram showing some another switching power supply equipments of drawing 8 .

[Drawing 10] It is the circuit diagram showing still more nearly another example of the switching power supply equipment of this invention.

[Drawing 11] It is the perspective view showing one example of the electronic instrument of this invention.

#### [Description of Notations]

1, 10, 20, 30, 40, 50 -- Switching power supply equipment

2 -- Rectifier circuit

3 51 -- Output voltage detector

4, 21, 31 -- Control circuit

5 -- "on" period control circuit

6, 22, 32 -- "off" period control circuit

7 -- The 1st series circuit

8 -- The 2nd series circuit

23 -- The 3rd series circuit

41 -- Constant-voltage regulator

42 -- Direct current voltage supply

100 -- Printer

T -- Transformer  
N1 -- Primary winding  
N2 -- Secondary winding  
N3 -- Feedback winding  
Vcc -- DC power supply  
Q1 -- The 1st switching device  
Q2 -- The 2nd switching device  
Q3, Q5, Q7 -- The 3rd switching device  
PD1 -- The 1st light emitting diode  
PD2 -- The 2nd light emitting diode  
PT1 -- The 1st photo transistor  
PT2 -- The 2nd photo transistor  
SR -- Shunt regulator  
C7 -- Capacitor  
SW -- Switch

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

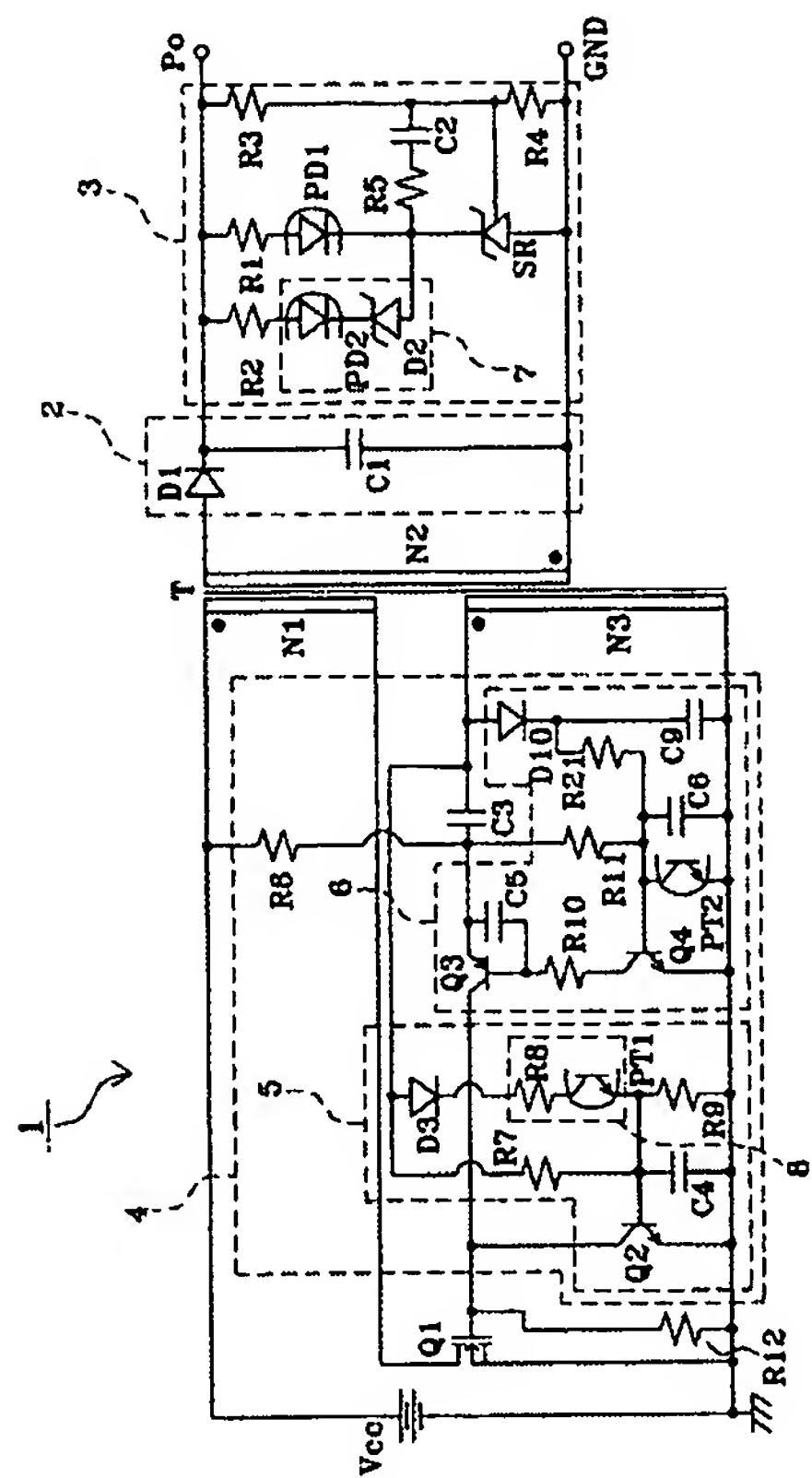
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

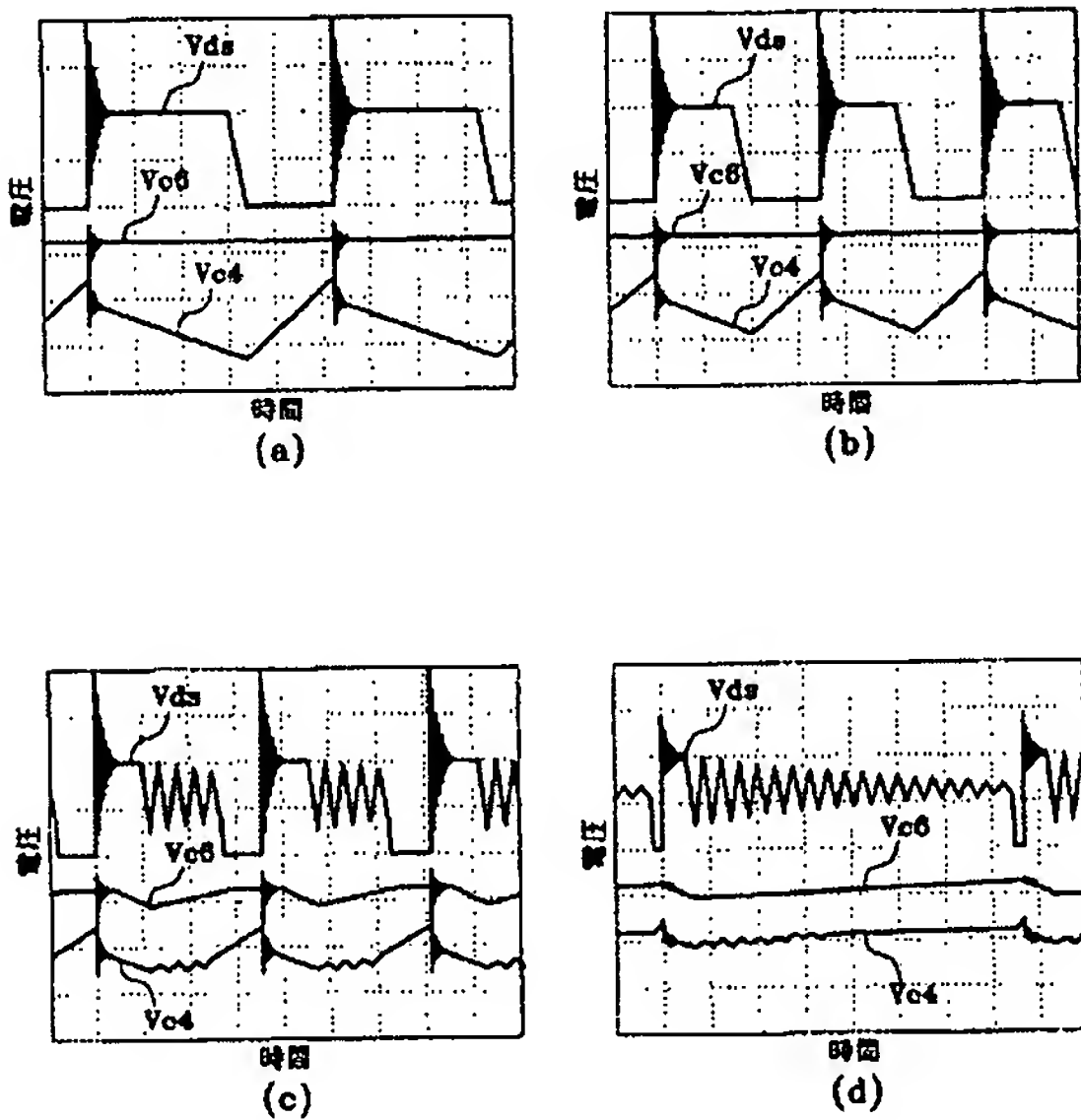
**DRAWINGS**

---

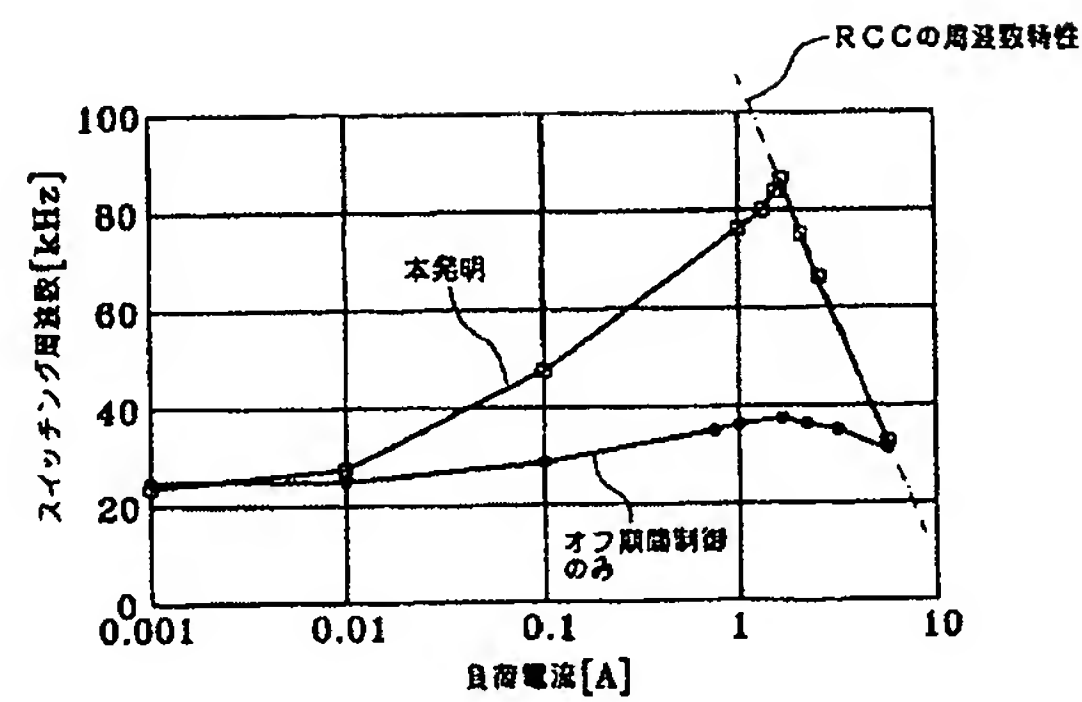
[Drawing 1]



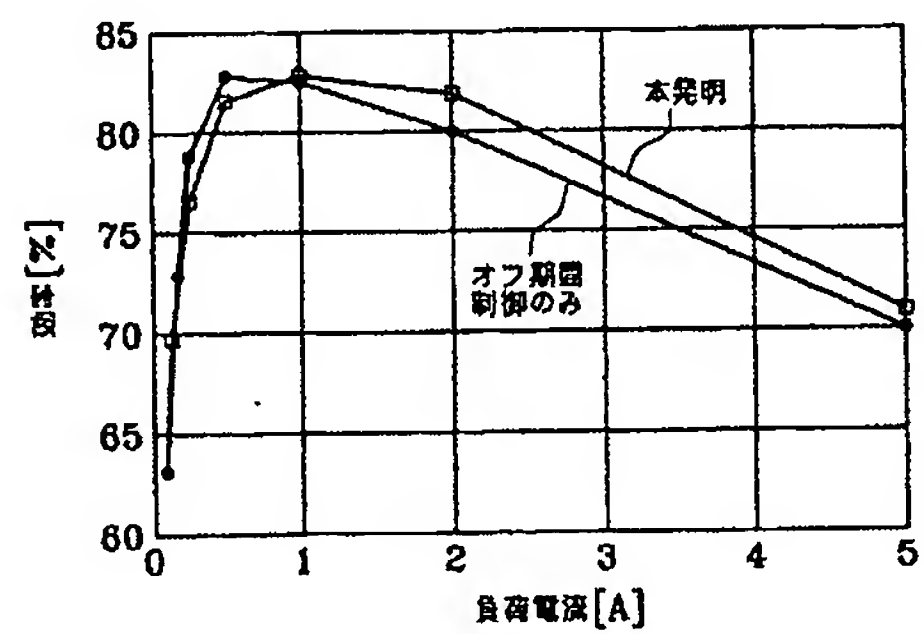
[Drawing 2]



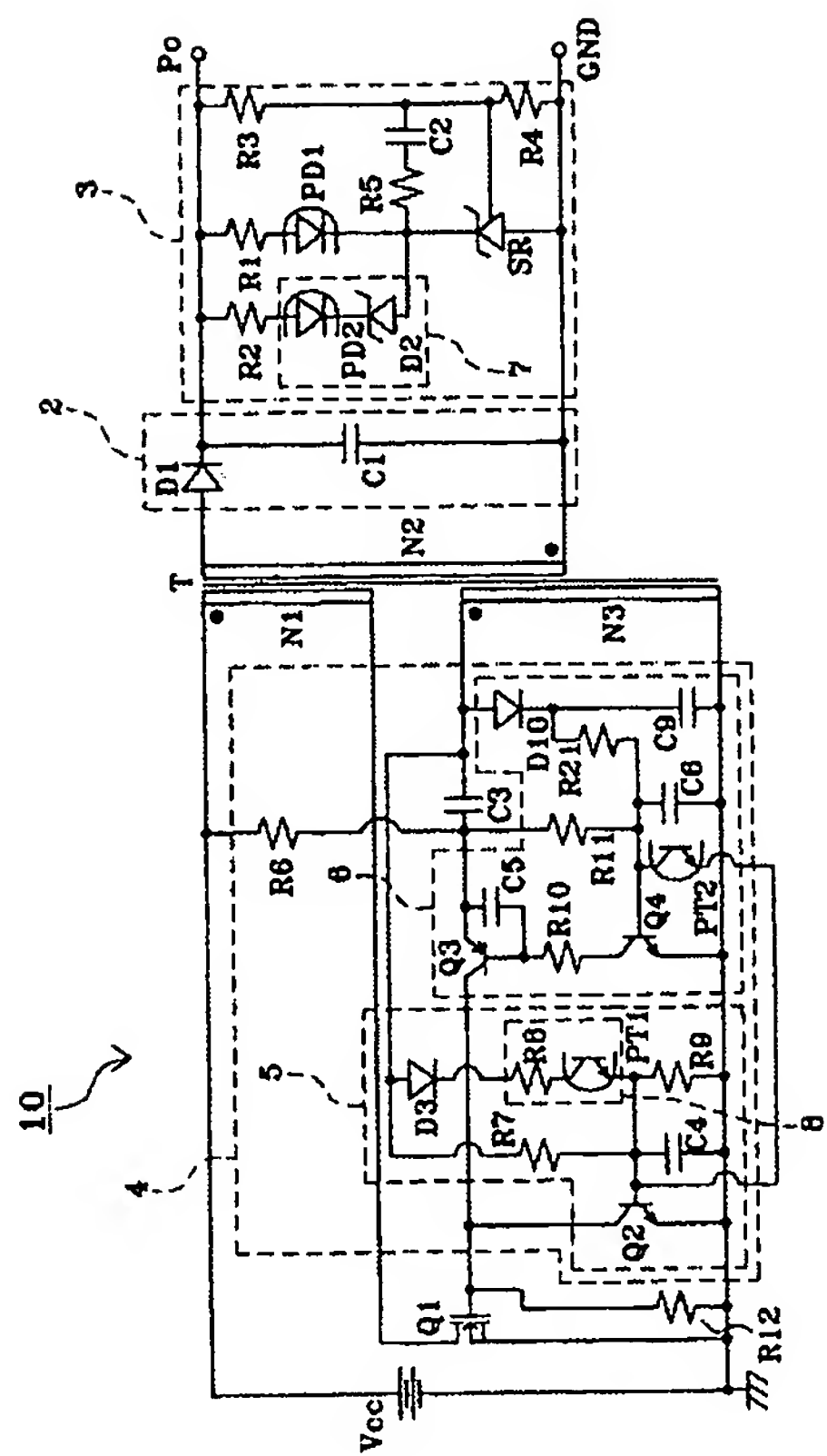
[Drawing 3]



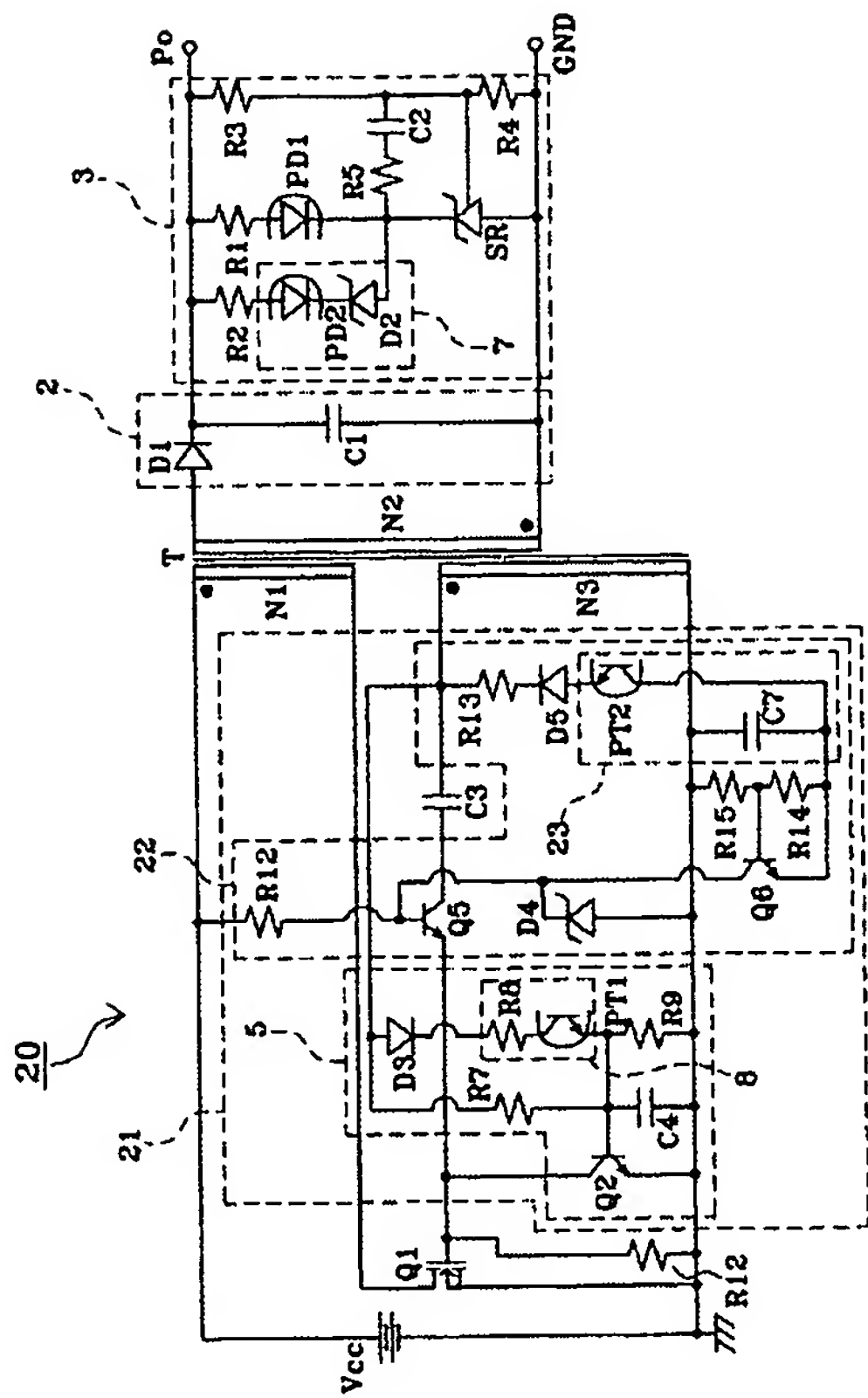
[Drawing 4]



[Drawing 5]

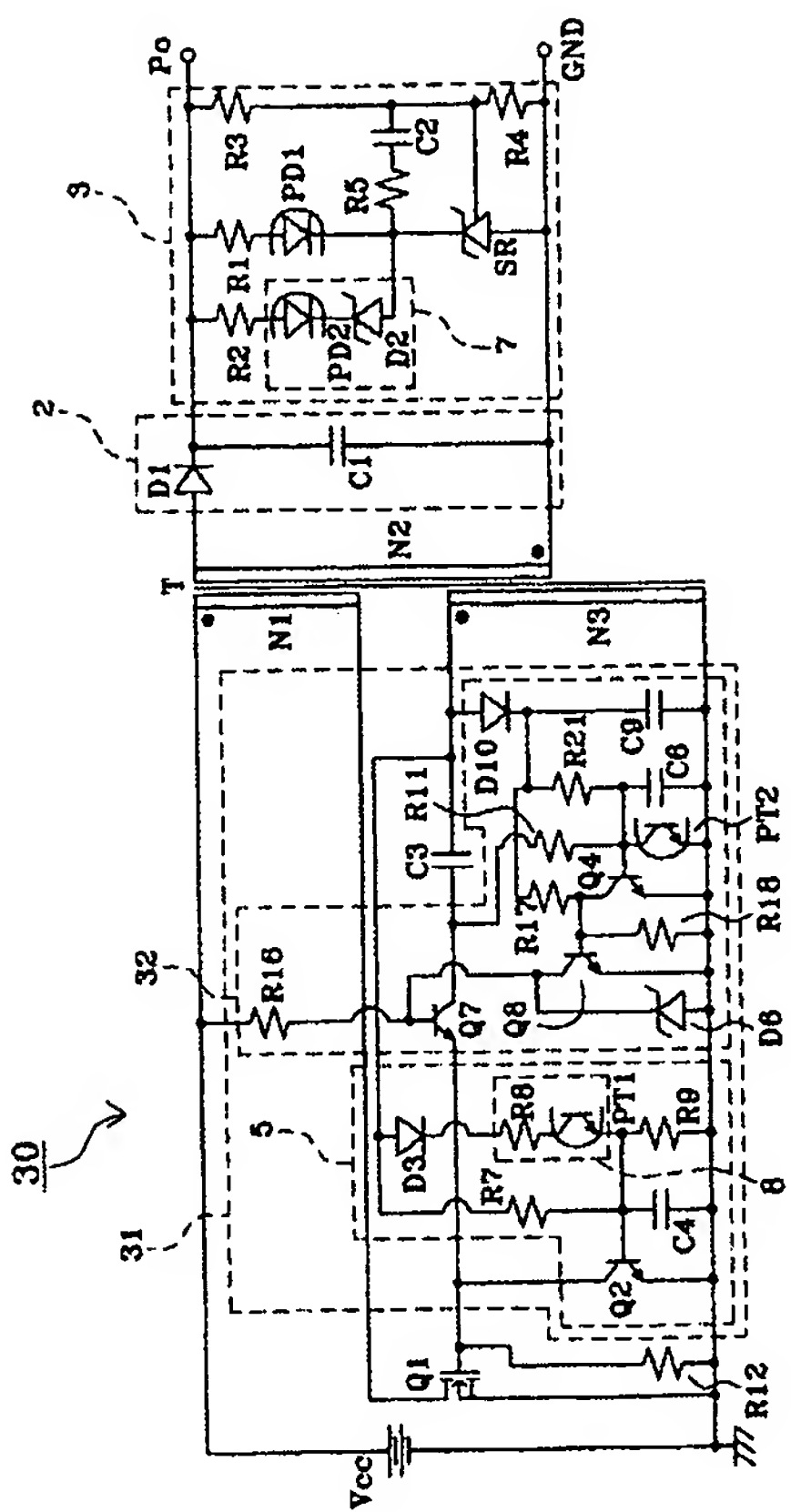


[Drawing 6]

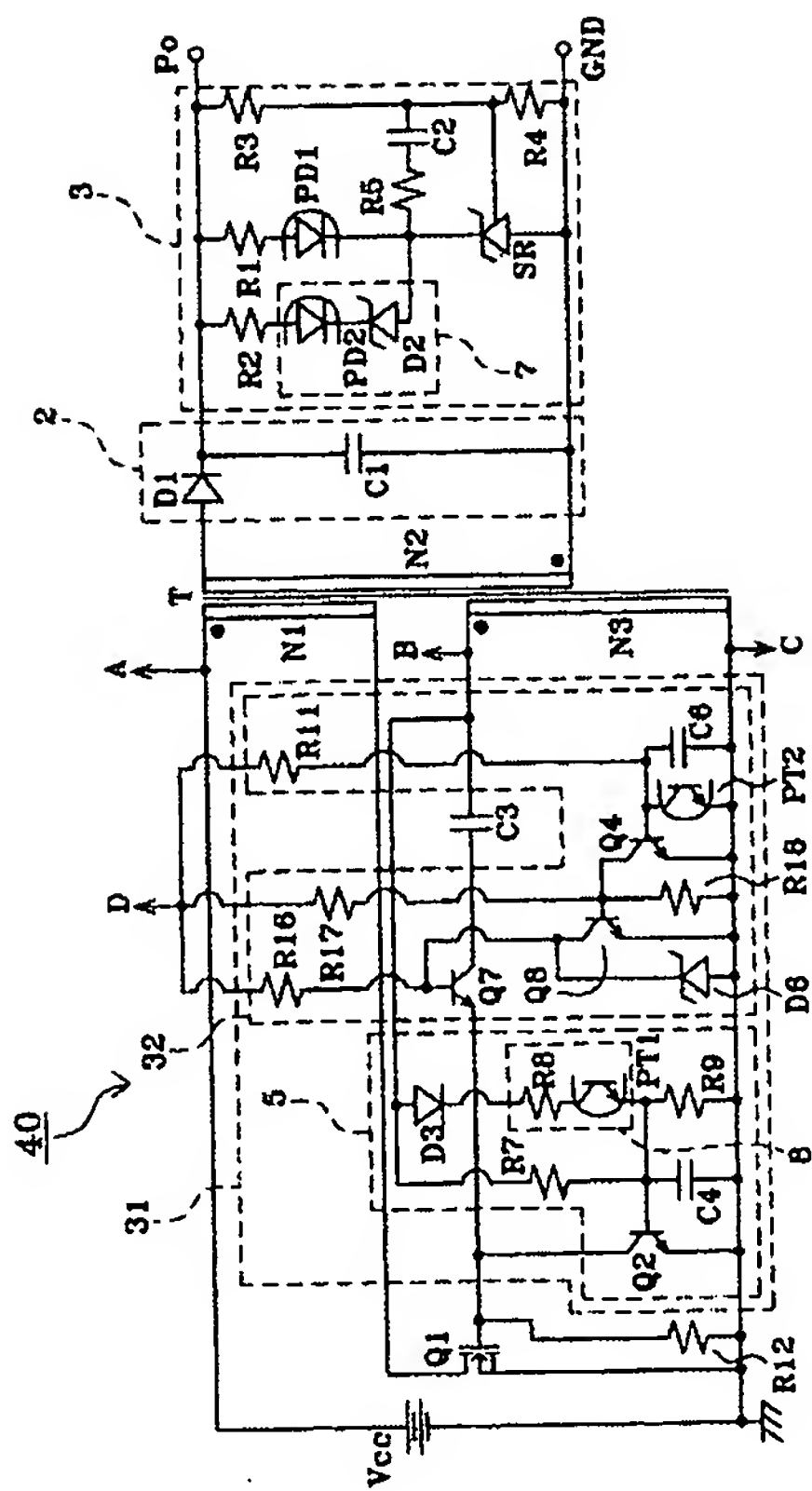


[Drawing 7]

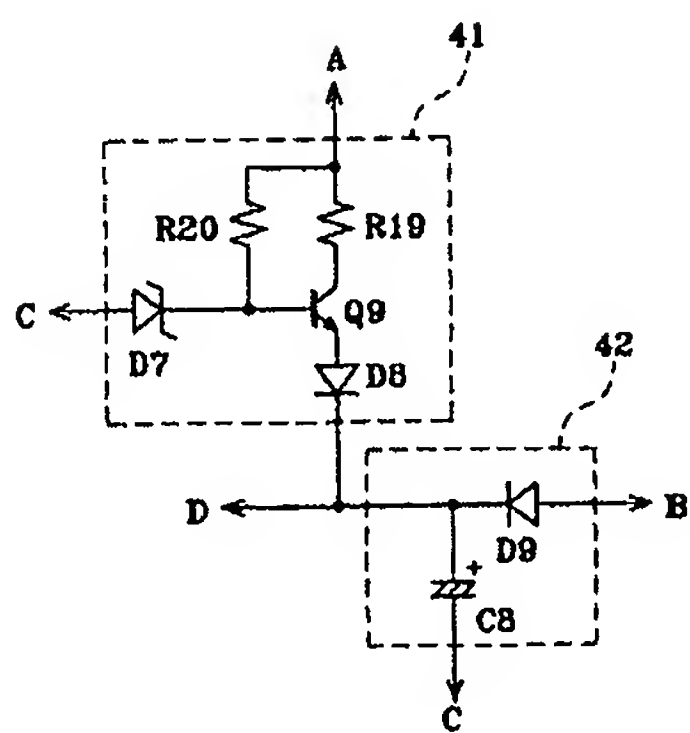




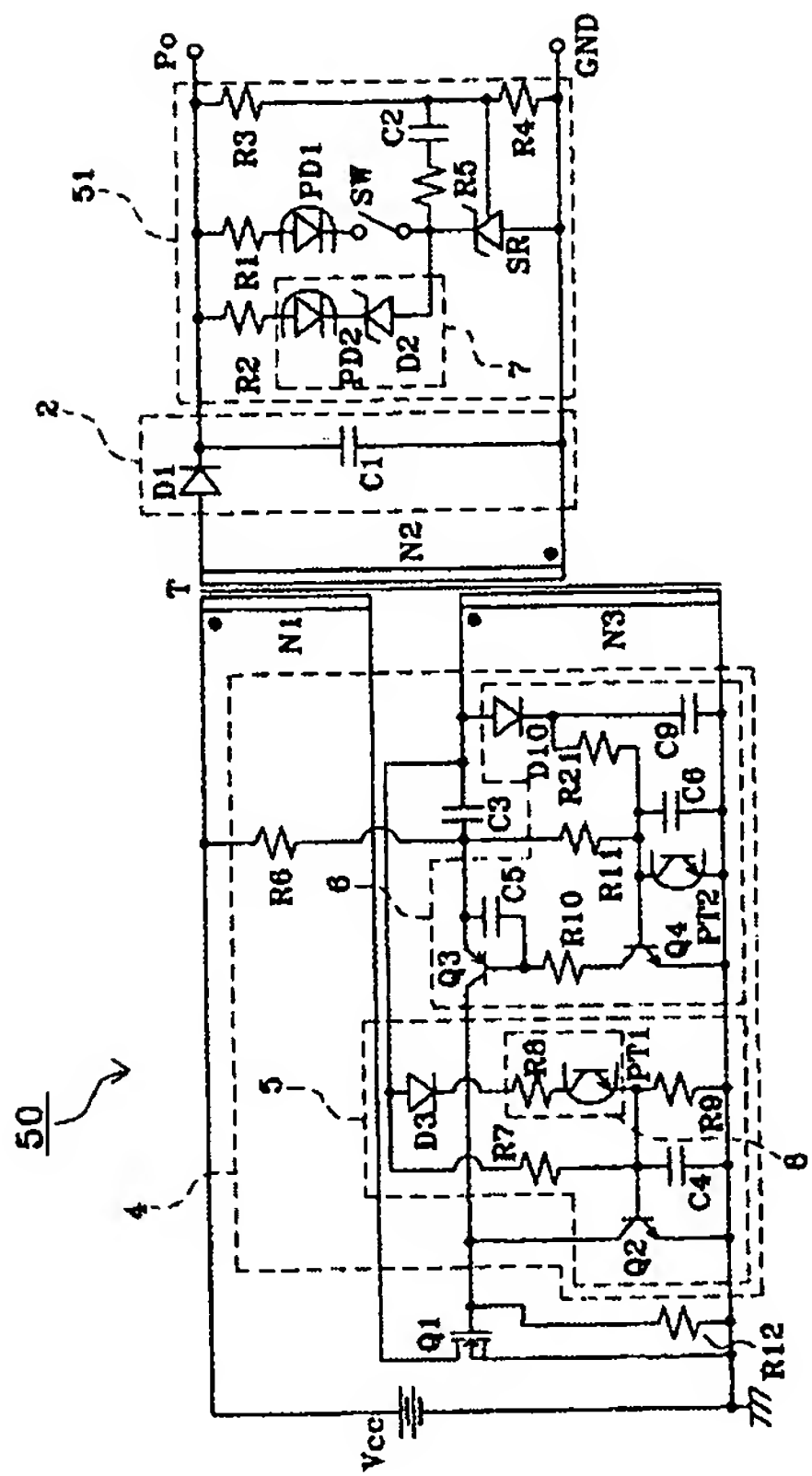
[Drawing 8]



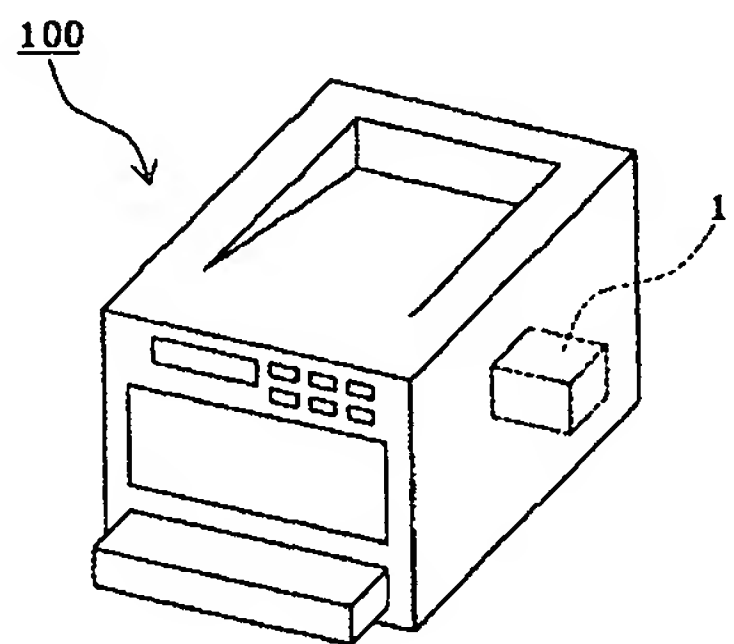
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-80941

(P2004-80941A)

(43) 公開日 平成16年3月11日 (2004. 3. 11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H 0 2 M 3/28

F I

H 0 2 M 3/28

H

テーマコード (参考)

5 H 7 3 0

審査請求

有

請求項の数 1 2 O L

(全 2 1 頁)

(21) 出願番号 特願2002-239708 (P2002-239708)  
(22) 出願日 平成14年8月20日 (2002. 8. 20)

(71) 出願人 000006231  
株式会社村田製作所  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
(72) 発明者 西田 映雄  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内  
(72) 発明者 竹村 博  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内  
F ターム (参考) 5H730 AA14 BB43 DD04 EE59 FD01  
FF19 FG05 FG07 FG23 FG25

(54) 【発明の名称】 スイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置

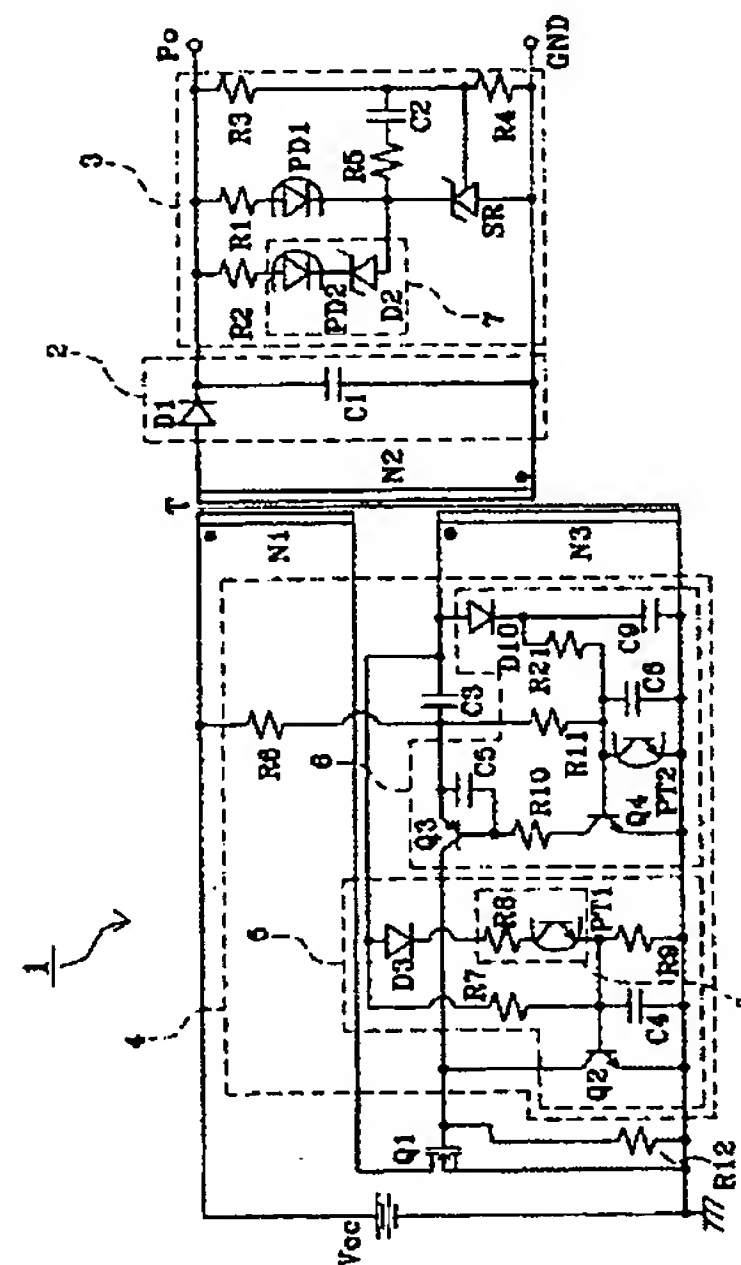
(57) 【要約】

【課題】 軽負荷時のスイッチング周波数を大幅に低下させてスイッチング損失を低減するとともに、定格負荷時や重負荷時のスイッチング周波数が必要以上に下がらないようにして導通損失の増大を防止することのできるスイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置を提供する。

【解決手段】 オン期間制御回路5とオフ期間制御回路6を備え、軽負荷時にオフ期間制御回路6を機能させることによってスイッチング周波数の低減を図り、定格負荷時や重負荷時にはオフ期間制御回路6に代えてオン期間制御回路5を機能させることによって、オフ期間制御回路6によるスイッチング周波数の必要以上の低下を防止する。

【選択図】

図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

一次巻線、二次巻線および帰還巻線を備えたトランスと、前記一次巻線に直列に接続された入力電源および第 1 のスイッチ素子と、前記帰還巻線の一端と前記第 1 のスイッチ素子の制御端子との間に設けられた制御回路と、前記二次巻線に接続された整流回路と、該整流回路から出力される出力電圧を検出して前記制御回路にフィードバック信号を送る出力電圧検出回路を備えたスイッチング電源装置において、

前記制御回路は、前記フィードバック信号に基づいてオン状態の前記第 1 のスイッチ素子をターンオフさせることによって出力電圧を安定化させるオン期間制御回路と、前記フィードバック信号に基づいて前記第 1 のスイッチ素子のターンオンを遅延させることによって出力電圧を安定化させるオフ期間制御回路を備えたことを特徴とするスイッチング電源装置。

10

**【請求項 2】**

軽負荷時に前記オフ期間制御回路を機能させてオフ期間を制御することにより出力電圧の安定化を行い、軽負荷時以外に前記オン期間制御回路を機能させてオン期間を制御することにより出力電圧の安定化を行うことを特徴とする、請求項 1 に記載のスイッチング電源装置。

**【請求項 3】**

前記フィードバック信号は、オン期間制御回路を制御する第 1 のフィードバック信号と、オフ期間制御回路を制御する第 2 のフィードバック信号からなり、

20

前記出力電圧検出回路は前記第 1 のフィードバック信号と前記第 2 のフィードバック信号を、負荷電力に応じて排他的に出力することを特徴とする、請求項 2 に記載のスイッチング電源装置。

**【請求項 4】**

前記出力電圧検出回路は、前記第 1 のフィードバック信号を出力する第 1 の発光ダイオードと、該第 1 の発光ダイオードに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第 1 の発光ダイオードに対して並列関係になるように接続された第 1 の直列回路とを備え、該第 1 の直列回路は第 2 の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第 2 の発光ダイオードに電流が流れないように設けられた定電圧源からなり、

前記オン期間制御回路は、前記第 1 のスイッチ素子の制御端子と入力側のグランドとの間に設けられた第 2 のスイッチ素子と、該第 2 のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第 2 のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、該時定数回路は抵抗および前記第 1 の発光ダイオードと結合した第 1 のフォトトランジスタからなる第 2 の直列回路を含むとともに、該第 2 の直列回路の抵抗の抵抗値を大きくすることによって、前記第 1 の発光ダイオードに所定以上の電流が流れても前記第 1 のフォトトランジスタに流れる電流がほとんど変化しないために前記時定数回路の時定数が変化せず前記オン期間制御回路が出力電圧安定化のためには実質的に機能しないようにされていることを特徴とする、請求項 3 に記載のスイッチング電源装置。

30

**【請求項 5】**

前記出力電圧検出回路は、前記第 1 のフィードバック信号を出力する第 1 の発光ダイオードおよび該第 1 の発光ダイオードに直列に接続されたスイッチと、前記第 1 の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路にさらに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第 1 の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路に対して並列関係になるように接続された第 1 の直列回路とを備え、該第 1 の直列回路は第 2 の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第 2 の発光ダイオードに電流が流れないように設けられた定電圧源からなり、

40

前記オン期間制御回路は、前記第 1 のスイッチ素子の制御端子と入力側のグランドとの間に設けられた第 2 のスイッチ素子と、該第 2 のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第 2 のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、該時定数回路は抵抗および前記第 1 の発光ダイオードと結合した第 1 のフォトトランジスタ

50

からなる第2の直列回路を含むことを特徴とする、請求項3に記載のスイッチング電源装置。

【請求項6】

前記オフ期間制御回路は、前記帰還巻線の一端と前記第1のスイッチ素子の制御端子との間に直列に設けられ、前記出力電圧検出回路からの第2のフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第3のスイッチ素子を有することを特徴とする、請求項4または5に記載のスイッチング電源装置。

【請求項7】

前記オフ期間制御回路は、前記第2の発光ダイオードと結合した第2のフォトトランジスタを備え、該第2のフォトトランジスタの抵抗値が所定の値以下の時に前記第3のスイッチ素子がオン、オフすることを特徴とする、請求項6に記載のスイッチング電源装置。

10

【請求項8】

前記第2のフォトトランジスタのエミッタを前記第2のスイッチ素子の制御端子に接続することによって、前記第2のフォトトランジスタを前記オン期間制御回路の前記時定数回路の一部として機能するようにしたことを特徴とする、請求項7に記載のスイッチング電源装置。

【請求項9】

前記オフ期間制御回路は、前記第2の発光ダイオードと結合した第2のフォトトランジスタとコンデンサとを含む第3の直列回路を備え、該第3の直列回路は前記第1のスイッチ素子のオフ期間に電流が流れる向きで前記帰還巻線に並列に接続されてなり、前記帰還巻線に発生する電圧による前記コンデンサの充電電圧が所定の値以上の時に前記第3のスイッチ素子がオフ状態になることを特徴とする、請求項6に記載のスイッチング電源装置。

20

【請求項10】

前記オフ期間制御回路は、前記第1のスイッチ素子の制御端子に印加される電圧を制限するリミット回路を備え、該リミット回路は前記第3のスイッチ素子を含んで構成されることを特徴とする、請求項7ないし請求項9のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

【請求項11】

前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に駆動電圧を供給する直流電圧源と、前記入力電源と前記直流電圧源の出力の間に設けられた電流逆流防止機能を備えた定電圧レギュレータを有することを特徴とする、請求項1ないし10のいずれかに記載のスイッチング電源装置。

30

【請求項12】

請求項1ないし11のいずれかに記載のスイッチング電源装置を用いたことを特徴とする電子装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

40

近年、例えばプリンタやファクシミリなどにおいて、待機時、すなわち印刷動作を行っていない時の消費電力を少なくすることへの要求が増えてきている。その1つとして、プリンタやファクシミリに使用される電源装置自身の待機時、すなわち軽負荷時の消費電力を少なくすることが求められている。

【0003】

しかしながら、一般的なRCC方式のスイッチング電源装置においては、負荷が軽くなるほどスイッチング周波数が高くなり、スイッチング損失が増加するという性質を持っており、そのままでは軽負荷時の消費電力の低減は望めない。

【0004】

これに対して、RCC方式のスイッチング電源装置における軽負荷時の消費電力を低減す

50



るためのスイッチング電源装置が、例えば特開平7-67335号公報に開示されている。特開平7-67335号公報に開示されたスイッチング電源装置は、軽負荷時に第1のスイッチ素子の制御端子を一定時間強制的に接地させる回路を備えることによって、第1のスイッチ素子のターンオンを遅らせてスイッチング周波数が一定以上にならないようにして、軽負荷時の消費電力を低減している。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特開平7-67335号公報に開示されたスイッチング電源装置においては、スイッチング周波数が一定以上にならないようにするだけでは、軽負荷時にスイッチング周波数を大幅に低下させて消費電力を大幅に削減することができないという問題がある。

10

#### 【0006】

また、スイッチング周波数が負荷の急激な変化に追従できないという問題がある。例えば、軽負荷時と重負荷時にスイッチング周波数が大きく変わるように設定されていると、軽負荷から重負荷に負荷が急変した場合、負荷の変化にスイッチング周波数が追従できずに、出力の低下や電源の停止が起きる可能性がある。このため、軽負荷時においてスイッチング周波数を大幅に低下させることができなくなるという問題がある。

#### 【0007】

本発明は上記の問題点を解決することを目的とするもので、軽負荷時のスイッチング周波数を大幅に低下させて消費電力を削減することのできるスイッチング電源装置およびそれをを用いた電子装置を提供する。

20

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のスイッチング電源装置は、一次巻線、二次巻線および帰還巻線を備えたトランスと、前記一次巻線に直列に接続された入力電源および第1のスイッチ素子と、前記帰還巻線の一端と前記第1のスイッチ素子の制御端子との間に設けられた制御回路と、前記二次巻線に接続された整流回路と、該整流回路から出力される出力電圧を検出して前記制御回路にフィードバック信号を送る出力電圧検出回路を備えたスイッチング電源装置において、

前記制御回路が、前記フィードバック信号に基づいてオン状態の前記第1のスイッチ素子をターンオフさせることによって出力電圧を安定化させるオン期間制御回路と、前記フィードバック信号に基づいて前記第1のスイッチ素子のターンオンを遅延させることによって出力電圧を安定化させるオフ期間制御回路を備えたことを特徴とする。

30

#### 【0009】

また、本発明のスイッチング電源装置は、軽負荷時に前記オフ期間制御回路を機能させてオフ期間を制御することにより出力電圧の安定化を行い、軽負荷時以外に前記オン期間制御回路を機能させてオン期間を制御することにより出力電圧の安定化を行うことを特徴とする。

#### 【0010】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記フィードバック信号が、オン期間制御回路を制御する第1のフィードバック信号と、オフ期間制御回路を制御する第2のフィードバック信号からなり、前記出力電圧検出回路が前記第1のフィードバック信号と前記第2のフィードバック信号を、負荷電力に応じて排他的に出力することを特徴とする。

40

#### 【0011】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記出力電圧検出回路が、前記第1のフィードバック信号を出力する第1の発光ダイオードと、該第1の発光ダイオードに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第1の発光ダイオードに対して並列関係になるように接続された第1の直列回路とを備え、該第1の直列回路は第2の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第2の発光ダイオードに電流が流れないように設けられた定電圧源からなり、前記オン期間制御回路が、前記第1のスイッチ素子の制御端子と

50

入力側のグランドとの間に設けられた第2のスイッチ素子と、該第2のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第2のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、該時定数回路は抵抗および前記第1の発光ダイオードと結合した第1のフォトトランジスタからなる第2の直列回路を含むとともに、該第2の直列回路の抵抗の抵抗値を大きくすることによって、前記第1の発光ダイオードに所定以上の電流が流れても前記第1のフォトトランジスタに流れる電流がほとんど変化しないために前記時定数回路の時定数が変化せず前記オン期間制御回路が出力電圧安定化のためには実質的に機能しないようにされていることを特徴とする。

#### 【0012】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記出力電圧検出回路が、前記第1のフィードバック信号を出力する第1の発光ダイオードおよび該第1の発光ダイオードに直列に接続されたスイッチと、前記第1の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路にさらに直列に接続されたシャントレギュレータと、前記第1の発光ダイオードおよび前記スイッチからなる直列回路に対して並列関係になるように接続された第1の直列回路とを備え、該第1の直列回路は第2の発光ダイオードおよび出力電圧が所定の値を超えるまで前記第2の発光ダイオードに電流が流れないように設けられた定電圧源からなり、前記オン期間制御回路は、前記第1のスイッチ素子の制御端子と入力側のグランドとの間に設けられた第2のスイッチ素子と、該第2のスイッチ素子の制御端子に接続されるとともに前記第2のスイッチ素子をターンオンさせるために機能する時定数回路とを備え、該時定数回路は抵抗および前記第1の発光ダイオードと結合した第1のフォトトランジスタからなる第2の直列回路を含むことを特徴とする。

#### 【0013】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記帰還巻線の一端と前記第1のスイッチ素子の制御端子との間に直列に設けられ、前記出力電圧検出回路からの第2のフィードバック信号に基づいてオンオフ制御される第3のスイッチ素子を有することを特徴とする。

#### 【0014】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記第2の発光ダイオードと結合した第2のフォトトランジスタを備え、該第2のフォトトランジスタの抵抗値が所定の値以下の時に前記第3のスイッチ素子がオン、オフすることを特徴とする。

#### 【0015】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記第2のフォトトランジスタのエミッタを前記第2のスイッチ素子の制御端子に接続することによって、前記第2のフォトトランジスタを前記オン期間制御回路の前記時定数回路の一部として機能するようにしたことを特徴とする。

#### 【0016】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記第2の発光ダイオードと結合した第2のフォトトランジスタとコンデンサとを含む第3の直列回路を備え、該第3の直列回路は前記第1のスイッチ素子のオフ期間に電流が流れる向きで前記帰還巻線に並列に接続されてなり、前記帰還巻線に発生する電圧による前記コンデンサの充電電圧が所定の値以上の時に前記第3のスイッチ素子がオフ状態になることを特徴とする。

#### 【0017】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記オフ期間制御回路が、前記第1のスイッチ素子の制御端子に印加される電圧を制限するリミット回路を備え、該リミット回路は前記第3のスイッチ素子を含んで構成されることを特徴とする。

#### 【0018】

また、本発明のスイッチング電源装置は、前記帰還巻線に発生する電圧を利用して前記オフ期間制御回路に駆動電圧を供給する直流電圧源と、前記入力電源と前記直流電圧源の出力の間に設けられた電流逆流防止機能を備えた定電圧レギュレータを有することを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【0019】

また、本発明の電子装置は、上記のスイッチング電源装置を用いたことを特徴とする。

## 【0020】

このように構成することにより、本発明のスイッチング電源装置およびそれを用いた電子装置においては、軽負荷時のスイッチング周波数を低下させてスイッチング損失の低減を図ることができる。また、定格負荷時や重負荷時のスイッチング周波数の低下を防止して導通損失の増大を防止することができる。

## 【0021】

## 【発明の実施の形態】

## (実施例1)

図1に、本発明のスイッチング電源装置の一実施例の回路図を示す。図1において、スイッチング電源装置1は、一次巻線N1、二次巻線N2および帰還巻線N3を備えたトランスTと、一端が一次巻線N1の一端に接続された入力電源である直流電源Vccと、一次巻線N1の他端と直流電源Vccの他端との間に接続されたMOSFETからなる第1のスイッチ素子Q1と、二次巻線N2と出力端子Poの間に接続された整流回路2と、出力端子Poに接続された出力電圧検出回路3と、帰還巻線N3の一端と第1のスイッチ素子Q1の制御端子であるゲートとの間に設けられた制御回路4から構成されている。ここで、直流電源Vccの他端が入力側のグランドになる。

## 【0022】

整流回路2は二次巻線N2の一端に接続されたダイオードD1と、ダイオードD1のカソードと二次巻線N2の他端との間に接続された平滑用のコンデンサC1から構成されている。ここで、二次巻線N2の他端が出力側のグランドになる。

## 【0023】

出力電圧検出回路3は、出力端子Poと出力側のグランドとの間において互いに直列に接続された抵抗R1および第1の発光ダイオードPD1およびシャントレギュレータSRと、同じく出力端子Poと出力側のグランドとの間において互いに直列に接続された抵抗R3および抵抗R4と、抵抗R2と、第2の発光ダイオードPD2とツェナーダイオードD2からなる第1の直列回路7と、抵抗R5とコンデンサC2とを備えている。ここで、第1の直列回路7は抵抗R2と直列に接続されるとともに、抵抗R1および第1の発光ダイオードPD1に対して並列に接続されている。また、抵抗R5とコンデンサC2は直列に接続され、その一端は第1の発光ダイオードPD1とシャントレギュレータSRの接続点に、他端は抵抗R2と抵抗R3の接続点に接続されている。そして、抵抗R2と抵抗R3の接続点はシャントレギュレータSRの制御端子に接続されている。このうち、抵抗R5とコンデンサC2はシャントレギュレータSRに対する負帰還回路である。

## 【0024】

制御回路4は、第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続されたオン期間制御回路5と、帰還巻線N3の一端と第1のスイッチ素子Q1のゲートとの間に直列に接続されたコンデンサC3およびオフ期間制御回路6と、コンデンサC3およびオフ期間制御回路6の接続点と直流電源Vccの一端との間に接続された起動抵抗R6から構成されている。

## 【0025】

このうち、オン期間制御回路5は、NPN型のトランジスタである第2のスイッチ素子Q2と、抵抗R7と、ダイオードD3と、抵抗R8と第1のフォトトランジスタPT1からなる第2の直列回路8と、抵抗R9と、コンデンサC4から構成されている。このうち、第2のスイッチ素子Q2のコレクタとエミッタは第1のスイッチ素子Q1のゲートとソースにそれぞれ接続されている。抵抗R7は帰還巻線N3の一端と第2のスイッチ素子Q2の制御端子であるベースとの間に接続されている。ダイオードD3と第2の直列回路8も、同じく帰還巻線N3の一端と第2のスイッチ素子Q2のベースとの間に直列に接続されている。そして、抵抗R9およびコンデンサC4はそれぞれ第2のスイッチ素子Q2のベース-エミッタ間に接続されている。第1のフォトトランジスタPT1は第1の発光ダイオードPD1とともにフォトカプラを構成している。この第1のフォトトランジスタPT

10

20

30

40

50



1と第1の発光ダイオードPD1からなるフォトカプラを介して出力電圧検出回路3からオン期間制御回路5に送られるフィードバック信号を第1のフィードバック信号という。

#### 【0026】

また、オフ期間制御回路6は、PNP型のトランジスタである第3のスイッチ素子Q3と、コンデンサC5と、NPN型のトランジスタQ4と、抵抗R10と、抵抗R11と、コンデンサC6と、第2のフォトトランジスタPT2と、ダイオードD10と、コンデンサC9と、抵抗R21から構成されている。このうち、第3のスイッチ素子Q3は、エミッタとコレクタがコンデンサC3と第1のスイッチ素子Q1のゲートにそれぞれ接続され、ベースが抵抗R10を介してトランジスタQ4のコレクタに接続されている。トランジスタQ4は、エミッタが入力側のグラウンドに接続され、ベースが抵抗R11を介してトランジスタQ3のエミッタに接続されるとともに、コンデンサC6と第2のフォトトランジスタPT2をそれぞれ介して入力側のグラウンドに接続されている。第2のフォトトランジスタPT2は第2の発光ダイオードPD2とともにフォトカプラを構成している。この第2のフォトトランジスタPT2と第2の発光ダイオードPD2からなるフォトカプラを介して出力電圧検出回路3からオフ期間制御回路6に送られるフィードバック信号を第2のフィードバック信号という。さらに、帰還巻線N3の一端はダイオードD10とコンデンサC9を順に介して他端に接続されており、ダイオードD10とコンデンサC9の接続点は抵抗R21を介してトランジスタQ4のベースに接続されている。

10

#### 【0027】

そして、第1のスイッチ素子Q1のゲート・ドレイン間には抵抗R12が接続されている。抵抗R12は、第1のスイッチ素子Q1のゲート・ソース間インピーダンスを低くすることにより、サージなどによって第1のスイッチ素子Q1がオンしてしまうことを防ぐ効果がある。

20

#### 【0028】

このように構成されたスイッチング電源装置1について、まず定格負荷時や重負荷時などの軽負荷時以外の動作について先に説明する。なお、以下の説明においては、特に断らない限り重負荷時という場合には定格負荷時を含むものとする。

#### 【0029】

スイッチング電源装置1においては、第1のスイッチ素子Q1がオンの時に一次巻線N1に流れる電流によってトランスTに磁気エネルギーが蓄えられ、第1のスイッチ素子Q1がオフの時にその磁気エネルギーによって二次巻線N2から整流回路2を介して出力端子Poに接続された負荷に電流が流れる。そして、出力電圧検出回路3においては、第1の発光ダイオードPD1には負荷電力に応じて負荷が軽くなるほど大きくなる電流が流れる。出力電圧検出回路3においては、重負荷時には、この電流による抵抗R1と第1の発光ダイオードPD1における電圧降下がツェナーダイオードD2のツェナー電圧を超えないように設定しておく。そのため、重負荷時には、第1の発光ダイオードPD1には電流は流れるが第2の発光ダイオードPD2には電流は流れない。

30

#### 【0030】

第2の発光ダイオードPD2に電流が流れないと、第2のフィードバック信号が出力されないため、オフ期間制御回路6の第2のフォトトランジスタPT2がオフのままとなる。コンデンサC6は、ダイオードD10とコンデンサC9からなる整流回路から抵抗R21を介して流れ込む電流によって充電される。そして、帰還巻線N3の電圧が負の時には抵抗R11および第2のフォトトランジスタPT2を介して放電される。しかしながら、第2のフォトトランジスタPT2がオフしているため、コンデンサC6はほとんど放電されず、電圧降下はほとんどない。そのため、コンデンサC6は常に充電された状態になる。そして、コンデンサC6に充電されている電圧によってトランジスタQ4がオン状態になり、それによって第3のスイッチ素子Q3もオン状態になる。二次巻線N2から流れ出る電流がなくなると帰還巻線N3にはフライバック電圧が発生するが、第3のスイッチ素子Q3はオン状態にあるためにフライバック電圧が帰還巻線N3から第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されるのを妨げない。したがって、定格負荷以上の時にはオフ期間制御

40

50

回路6は機能しない。

【0031】

一方、第1の発光ダイオードPD1には負荷の大きさに応じて負荷が軽くなるほど大きな電流が流れるため、第1のフィードバック信号によってオン期間制御回路5の第1のフォトトランジスタPT1は、負荷が軽くなって第1の発光ダイオードPD1に流れる電流が多くなるほど抵抗値が小さくなる抵抗として機能する。

【0032】

また、オン期間制御回路5においては、第1のスイッチ素子Q1のターンオン後に帰還巻線N3に発生する電圧によってコンデンサC4が充電され、その充電電圧が第2のスイッチ素子Q2のしきい値に達することによって第2のスイッチ素子Q2がターンオンし、それによって第1のスイッチ素子Q1をターンオフさせることができる。すなわち、オン期間制御回路5は第1のスイッチ素子Q1のオン期間を制御する機能を備えている。

【0033】

そして、コンデンサC4は、帰還巻線N3から抵抗R7を介して流れ込む電流だけでなく、ダイオードD3と第2の直列回路8（抵抗R8と第1のフォトトランジスタPT1）を介して流れ込む電流によっても充電される。上述のように、第1のフォトトランジスタPT1は第1のフィードバック信号にしたがって負荷が軽くなるほど抵抗値の小さな抵抗として機能するため、負荷が軽くなるほど第1のフォトトランジスタPT1を流れる電流が増え、コンデンサC4の充電速度が速くなる。コンデンサC4の充電速度が速くなると第2のスイッチ素子Q2が速くターンオンするので、第1のスイッチ素子Q1を速くターンオフさせ、第1のスイッチ素子Q1のオン期間が短くなる。このように、オン期間制御回路5は、重負荷時に負荷が軽くなるほどスイッチ素子Q1のオン期間を短くして出力電圧が一定になるように制御している。

【0034】

なお、第1のスイッチ素子Q1のターンオフと同時に帰還巻線N3には逆方向の電圧が発生し、それによってコンデンサC4の充電電荷は放電されるため、上記の動作は繰り返し可能になる。

【0035】

上記のように、スイッチング電源装置1においては、重負荷時にはオン期間制御で出力電圧が安定化される。その際、オフ期間制御回路6が機能しないために第1のスイッチ素子Q1のターンオンは帰還巻線からのフライバック電圧によって行われる。そのため、スイッチング電源装置1においては、第1のスイッチ素子Q1がオンの時に一次巻線N1に電流が流れ、第1のスイッチ素子Q1のターンオフで一次巻線N1に電流が流れなくなると同時に二次巻線N2から電流が流れだし、二次巻線N2から流れ出す電流がなくなると同時に第1のスイッチ素子Q1がターンオンして一次巻線N1に電流が流れ始めるという動作を繰り返す電流臨界モードで動作する。

【0036】

次に、スイッチング電源装置1の軽負荷時の動作について説明する。

オン期間制御回路5において、第1のフォトトランジスタPT1は第1のフィードバック信号に応じた抵抗として機能するが、その抵抗値が直列に接続された抵抗R8の抵抗値に対して十分に小さくなると、第1のフォトトランジスタPT1の抵抗値の変化はオン期間制御回路5の動作に影響を与えなくなる。すなわち、軽負荷になって第1の発光ダイオードPD1に流れる電流が大きくなると、第1のフォトトランジスタPT1の抵抗値は十分に小さくなるが、抵抗R8の抵抗値が存在するために、第2の直列回路8のインピーダンスは抵抗R8の抵抗値より小さくならない。そのため、オン期間をそれ以上短縮することができなくなり、オン期間制御回路として機能しなくなる。これは、第1の発光ダイオードPD1が発光しているにもかかわらず第1のフィードバック信号が実質的に出力されなくなることを意味する。なお、このためには抵抗R8の抵抗値を、オフ期間制御回路を備えていない場合に比べてあらかじめ高くしておく必要がある。

【0037】

負荷が軽くなるにもかかわらずオン期間制御回路5が機能しなくなると、オン期間がそれ以上短くならなくなるために、スイッチング電源装置1は制御不能となって出力電圧が跳ね上がろうとする。そのとき出力電圧検出回路3の抵抗R1と第1の発光ダイオードPD1からなる直列回路にはツェナーダイオードD2のツェナー電圧を越える電圧が印加される。そのため、第1の発光ダイオードPD1にはさらに大きな電流が流れるようになる。また、第2の発光ダイオードPD2にも負荷の大きさに応じた電流が流れるようになり、第2のフィードバック信号が出力されるようになる。

#### 【0038】

一方、オフ期間制御回路6においては、第2のフィードバック信号によって第2のフォトトランジスタPT2がオンになって第2のフィードバック信号に応じた抵抗値を有する抵抗として機能するようになる。この場合、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間にコンデンサC6の充電電荷は抵抗R11と第2のフォトトランジスタPT2を介して放電され、充電電圧はトランジスタQ4のしきい値以下になり、トランジスタQ4はオフ状態になる。それによって、第3のスイッチ素子Q3もオフ状態になる。そのため、二次巻線N2から流れ出る電流がなくなって帰還巻線N3にフライバック電圧が発生しても、それが第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されるのが妨げられる。フライバック電圧が第1のスイッチ素子Q1のゲートに印加されないということは第1のスイッチ素子Q1のターンオンを妨げてオフ期間を延長させることを意味する。

#### 【0039】

トランスTのエネルギーがダイオードD1を介して放出された後、帰還巻線N3の電圧は負電圧からリングングの状態になる。帰還巻線N3の電圧が負電圧でなくなることによって、抵抗R11を介してのコンデンサC6の放電はなくなる。そのため、抵抗R21と第2のフォトトランジスタPT2とコンデンサC6で決まる時定数によって、コンデンサC6は再び充電され始める。これによってコンデンサC6の充電電圧が上昇するとトランジスタQ4がオンし、第3のスイッチ素子Q3もオンする。第3のスイッチ素子Q3がオンするとコンデンサC3に蓄えられた電荷によって第3のスイッチ素子Q3のコレクタ電圧すなわち第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧が上昇し、ターンオンする。このように、オフ期間制御回路6は第2のフィードバック信号に応じて第1のスイッチ素子Q1のオフ期間を制御することができる。

#### 【0040】

しかも、負荷が軽くなるほど第2の発光ダイオードPD2に流れる電流が大きくなって第2のフォトトランジスタPT2の抵抗値が低くなるため、コンデンサC6がトランジスタQ4をターンオンできる程度まで充電されるのに時間がかかるようになる。そのため、負荷が軽くなるほど第1のスイッチ素子Q1のオフ期間は長くなる。そして、このオフ期間制御回路6が機能することによって出力電圧が一定に制御される。なお、この場合にはスイッチング電源装置1は電流不連続モードで動作する。

#### 【0041】

スイッチング電源装置1が軽負荷時に電流不連続モードで動作するのは上述のようにオフ期間制御を行っているからである。そして、これはオフ期間制御を行う場合には避けられない。したがって、仮に、オン期間制御回路5が存在せず、オフ期間制御回路6が重負荷時にも動作すると、重負荷時においてもオフ期間制御が行われることになる。オフ期間制御が行われると、通常のRCC方式の場合とは逆に負荷が重くなるほどスイッチング周波数が高くなる。スイッチング電源装置においては、軽負荷時にはスイッチング損失が相対的に大きくなるためにスイッチング周波数を低くしたいという希望があり、逆に重負荷時には導通損失が相対的に大きくなるためにスイッチング周波数を高くしたいという要望があり、オフ期間制御はこれに合致している。

#### 【0042】

しかしながら、オフ期間を制御する場合は、常に電流不連続モードで動作することになり、スイッチング周波数の上昇には限界がある。しかも、軽負荷時のスイッチング周波数を十分に低下させようとすると、重負荷時のスイッチング周波数が通常のRCC方式の場合

10

20

30

40

50



よりも非常に低くなり、導通損失が大きくなるという問題が発生する可能性がある。スイッチング電源装置 1 においては、軽負荷時にのみオフ期間制御を行うことによって、このような問題が発生するのを防止することができる。

#### 【0043】

ここで図 2 に、本発明のスイッチング電源装置 1 における、第 1 のスイッチ素子 Q 1 のドレイン・ソース間電圧  $V_{ds}$ 、コンデンサ C 6 の両端電圧  $V_{c6}$ 、コンデンサ C 4 の両端電圧  $V_{c4}$  の時間変化波形の測定結果を示す。このうち、(a) はオン期間制御の行われている定格負荷時の状態を、(b) は負荷が定格負荷時より軽くなってオン期間制御からオフ期間制御に切り替わる直前の状態を、(c) はオフ期間制御の行われている軽負荷時の状態を、(d) はさらに負荷の軽い無負荷に近いときの状態をそれぞれ示している。

10

#### 【0044】

図 2 (a)、(b) に示されるように、オン期間制御の行われている状態においては、オフ期間制御回路 6 のコンデンサ C 6 の両端電圧  $V_{c6}$  はトランジスタ Q 4 をオン状態にするレベルでほぼ一定となっており、オフ期間制御回路 6 が機能していないことがわかる。また、図 2 (b) の方がスイッチングの周期が短くなっていることよりオン期間制御回路 5 が機能していることがわかる。また、図 2 (a)、(b) より、コンデンサ C 4 の充電電圧  $V_{c4}$  がピークになったときに第 2 のスイッチ素子 Q 2 のターンオン（第 1 のスイッチ素子 Q 1 のターンオフ）のタイミングであることもわかる。なお、図 2 (a)、(b) と図 2 (c)、(d) を比較するとわかるように、図 2 (a)、(b) の場合には  $V_{ds}$  のリンギングがない。これより、スイッチング電源装置 1 が電流連続モードで動作していることがわかる。

20

#### 【0045】

そして、図 2 (c)、(d) に示されるように、軽負荷時にはオフ期間制御回路 6 のコンデンサ C 6 の両端電圧  $V_{c6}$  が周期的に変動しており、オフ期間制御回路 6 が機能していることがわかる。その際、二次巻線 N 2 から流れ出る電流がなくなって第 1 のスイッチ素子 Q 1 のドレイン・ソース間電圧  $V_{ds}$  がリンギングを始める時点（帰還巻線 N 3 にフライバック電圧が発生する時点）において、コンデンサ C 6 の両端電圧  $V_{c6}$  が極小値を示していることより、トランジスタ Q 4 がオフ状態にあり、それによって第 3 のスイッチ素子 Q 3 もオフ状態にあり、フライバック電圧が第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートに印加されるのを妨げていることがわかる。また、このような動作をしているときには必然的にスイッチング電源装置 1 が電流不連続モードで動作していることになる。

30

#### 【0046】

また、図 3 および図 4 に、本発明のスイッチング電源装置 1 における、負荷電流とスイッチング周波数および効率の関係を、それぞれオフ期間制御のみが行われる場合との比較で示す。

#### 【0047】

図 3 および図 4 よりわかるように、負荷電流の少ない軽負荷時には本発明とオフ期間制御のみの場合とでスイッチング周波数や効率に大きな違いはないが、一定以上の負荷においては、本発明の方がスイッチング周波数が高くなり、それに伴って効率がよくなっていることがわかる。

40

#### 【0048】

以上の説明のように、本発明のスイッチング電源装置 1 においては、出力電圧の安定化のために定格負荷以上においてはオン期間制御が行われ、軽負荷時にはオフ期間制御が行われる。そのため、軽負荷時にはスイッチング周波数を大幅に低下させてスイッチング損失を低減することができ、定格負荷時以上においてはオフ期間制御の影響によるスイッチング周波数の必要以上の低下を防止して導通損失の増大を防止することができる。

#### 【0049】

##### (実施例 2)

図 5 に、本発明のスイッチング電源装置の別の実施例の回路図を示す。図 5 において、図 1 と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

50

**【0050】**

図5に示したスイッチング電源装置10において、スイッチング電源装置1との違いは、オフ期間制御回路6の第2のフォトトランジスタPT2のエミッタが、入力側のグランドではなく、オン期間制御回路5の第2のスイッチ素子Q2のベースに接続されている点だけである。

**【0051】**

このように構成されたスイッチング電源装置10においては、重負荷時にはスイッチング電源装置1の場合と同様に第2の発光ダイオードPD2に電流が流れないのでオフ期間制御回路6が機能せず、オン期間制御が行われる。

**【0052】**

一方、スイッチング電源装置1においては、軽負荷時には、第1のフォトトランジスタPT1の抵抗値が抵抗R8の抵抗値に対して十分に小さくなるために、第1の発光ダイオードPD1からの第1のフィードバック信号は実質的に出力されなくなる。そして、第2の発光ダイオードPD2に電流が流れるためにオフ期間制御回路6が機能する。

**【0053】**

ところが、スイッチング電源装置10においては、第2のフォトトランジスタPT2のエミッタが入力側のグランドではなく、オン期間制御回路5の第2のスイッチ素子Q2のベースに接続されているため、第2のフォトトランジスタPT2を流れる電流がオン期間制御回路5のコンデンサC4の充電電流としても利用されることになる。すなわち、第2のフォトトランジスタPT2がオン期間制御回路5の時定数回路の一部として機能することになる。そのため、負荷が軽くなって第2の発光ダイオードPD2に流れる電流が多くなり、それに伴って第2のフォトトランジスタPT2に流れる電流も多くなると、コンデンサC4の充電時間が短くなり、第2のスイッチ素子Q2のターンオンが速くなり、第1のスイッチ素子Q1のターンオフも速くなる。すなわち、軽負荷時には補助的にオン期間も短くなるように制御されることになる。この場合、軽負荷時のスイッチング周波数はスイッチング電源装置1に比べれば高くなる。

**【0054】**

スイッチング電源装置1においては、軽負荷時にはオフ期間制御のみが行われるために、負荷が極端に軽くなったり無負荷状態になったりすると、スイッチング周波数が極度に低下して音鳴りが発生する場合がある。これに対して、スイッチング電源装置10の場合には、軽負荷時にオフ期間制御だけでなく補助的にオン期間も制御することによって、スイッチング周波数を一定以上に保って音鳴りを防止することができる。

**【0055】**

(実施例3)

図6に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図6において、図1と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

**【0056】**

図6に示したスイッチング電源装置20において、スイッチング電源装置1との違いは、制御回路4に代えて制御回路21を備えている点だけである。制御回路21においては、制御回路4における起動抵抗R6を削除し、オフ期間制御回路6に代えてオフ期間制御回路22を備えている。なお、オン期間制御回路5に関しては変更はない。

**【0057】**

オフ期間制御回路22は、NPN型のトランジスタである第3のスイッチ素子Q5と、実質的に起動抵抗となる抵抗R12と、ツェナーダイオードD4と、NPN型のトランジスタQ6と、抵抗R13および抵抗R14および抵抗R15と、コンデンサC7と、第2のフォトトランジスタPT2と、ダイオードD5から構成されている。ここで、第3のスイッチ素子Q5は、コレクタとエミッタがそれぞれコンデンサC3と第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続され、ベースが抵抗R12を介して直流電源Vccの一端に接続されるとともにツェナーダイオードD4を介して入力側のグランドに接続されている。抵抗R13とダイオードD5と第2のフォトトランジスタPT2とコンデンサC7は直列に接続さ

れるとともに帰還巻線N 3に並列に接続されている。第2のフォトトランジスタP T 2とコンデンサC 7は第3の直列回路2 3を構成している。トランジスタQ 6は、コレクタが第3のスイッチ素子Q 5のベースに接続され、エミッタが第2のフォトトランジスタP T 2とコンデンサC 7との接続点に接続されている。抵抗R 1 4はトランジスタQ 6のベース・エミッタ間に接続され、抵抗R 1 5はトランジスタQ 6のベースと入力側のグランドとの間に接続されている。

#### 【0058】

スイッチング電源装置1の場合と同様に、第2のフォトトランジスタP T 2は第2の発光ダイオードP D 2とともにフォトカプラを構成している。この第2のフォトトランジスタP T 2と第2の発光ダイオードP D 2からなるフォトカプラを介して出力電圧検出回路3からオフ期間制御回路2 2にフィードバックされる信号が、スイッチング電源装置2 0における第2のフィードバック信号となる。

10

#### 【0059】

このように構成されたスイッチング電源装置2 0について、まず重負荷時の動作について先に説明する。

#### 【0060】

スイッチング電源装置2 0においては、重負荷時にはスイッチング電源装置1の場合と同様に第2の発光ダイオードP D 2に電流が流れないのでオフ期間制御回路2 2の第2のフォトトランジスタP T 2がオフのままになる。第2のフォトトランジスタP T 2がオフのときにはトランジスタQ 6も電流が流れないためにオフになる。そのために、第3のスイッチ素子Q 5のベース電圧はツェナーダイオードD 4のツェナー電圧になり、第3のスイッチ素子Q 5がオン状態になる。この場合、フライバック電圧が帰還巻線N 3から第1のスイッチ素子Q 1のゲートに印加されるのが妨げられない。したがって、重負荷時にはオフ期間制御回路2 2は機能しない。

20

#### 【0061】

なお、オン期間制御回路5に関してはスイッチング電源装置1と同じであるため、重負荷時にはオン期間制御が行われる。

#### 【0062】

一方、軽負荷時には、第2の発光ダイオードP D 2に電流が流れるために第2のフィードバック信号が発生し、オフ期間制御回路2 2が機能する。

30

#### 【0063】

まず、主スイッチ素子Q 1がオフになって二次巻線N 2からダイオードD 1を介して電流が流れているときには、帰還巻線N 3には他端側が高くなる電圧が発生している。このとき、第2の発光ダイオードP D 2に電流が流れて第2のフィードバック信号が発生していると、第2のフォトトランジスタP T 2は第2のフィードバック信号に応じた抵抗値を有する抵抗として機能するようになる。そのため、第3の直列回路2 3、ダイオードD 5、および抵抗R 1 3からなる直列回路に電流が流れ、それによってコンデンサC 7が入力側のグランドに接続されている方が正になるように充電される。軽負荷になるほど第2のフォトトランジスタP T 2の抵抗値が低下するために、コンデンサC 7に流れる電流が増えてコンデンサC 7の充電電圧も高くなる。それと同時に、コンデンサC 7の充電電圧が抵抗R 1 5と抵抗R 1 4に印加されるため、コンデンサC 7の充電電圧が一定以上に達した時点でトランジスタQ 6がオン状態になる。その結果、第3のスイッチ素子Q 5のベース電圧が低下して第3のスイッチ素子Q 5がオフ状態になる。

40

#### 【0064】

二次巻線N 2からダイオードD 1を介して流れ出る電流がゼロになると、帰還巻線N 3にはそれまでとは符号が逆のフライバック電圧が発生する。このとき、コンデンサC 7の充電電荷が抵抗R 1 4と抵抗R 1 5を介して放電されるためにトランジスタQ 6のオン状態が続く。そのため、第3のスイッチ素子Q 5のオフ状態も継続する。第3のスイッチ素子Q 5がオフ状態にある間はフライバック電圧が第1のスイッチ素子Q 1のゲートに印加されるのが妨げられる。フライバック電圧が第1のスイッチ素子Q 1のゲートに印加されな

50



いということは第1のスイッチ素子Q1のターンオンが妨げられてオフ期間が延長されることを意味する。

【0065】

トランジスタQ6のオン時間はコンデンサC7の放電時間で決まり、コンデンサC7の放電時間はコンデンサC7の充電電圧に依存する。コンデンサC7の充電電圧は上述のように軽負荷になるほど高くなるため、軽負荷になるほどトランジスタQ6のオン時間が長くなり第3のスイッチ素子Q5のオフ時間、すなわち第1のスイッチ素子Q1のオフ期間も長くなる。なお、この間にフライバック電圧は振動しながら減衰する。

【0066】

コンデンサC7の充電電荷の減少によってトランジスタQ6がオフすると第3のスイッチ素子Q5のベース電圧が上昇し、オンする。第3のスイッチ素子Q5がオンすると第3のスイッチ素子Q5のベース・エミッタ間を介して流れる電流によって第1のスイッチ素子Q1のゲート電圧が上昇し、ターンオンする。このように、オフ期間制御回路22は第2のフィードバック信号に応じて第1のスイッチ素子Q1のオフ期間を制御することができる。すなわち、スイッチング電源装置20においては、軽負荷時にオフ期間制御によって出力電圧が一定に制御される。

【0067】

スイッチング電源装置20においては、スイッチング電源装置1や10とは異なり、上述のように第1のスイッチ素子Q1がオフの時に帰還巻線N3に発生する電圧を利用して第3のスイッチ素子Q5のオフ状態を維持させている。そして、第1のスイッチ素子Q1のオフ期間中の第3のスイッチ素子Q5のベース電圧はグランド電位よりも低い電位に保たれている。スイッチング電源装置1や10の場合には、第3のスイッチ素子Q3のオフ状態を維持する経路がなく、回路中のサージなどにより第3のスイッチ素子Q3がオンしてしまう可能性がある。これに対して、スイッチング電源装置20においては、回路構成上、第1のスイッチ素子Q1がオフの時に帰還巻線N3に発生する電圧によって確実に第3のスイッチ素子Q5をオフすることができる。そのため、電圧サージなどによる誤動作の可能性を低下させることができる。

【0068】

(実施例4)

図7に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図7において、図1と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

【0069】

図7に示したスイッチング電源装置30において、スイッチング電源装置1との違いは、制御回路4に代えて制御回路31を備えている点だけである。制御回路31においては、制御回路4における起動抵抗R6を削除し、オフ期間制御回路6に代えてオフ期間制御回路32を備えている。なお、オン期間制御回路5に関しては変更はない。

【0070】

オフ期間制御回路32においては、オフ期間制御回路4における第3のスイッチ素子Q3、コンデンサC5、および抵抗R10に代えて、第3のスイッチ素子Q7、トランジスタQ8、ダイオードD6、抵抗R16、R17、R18を備えている。ここで、第3のスイッチ素子Q7はNPN型のトランジスタで、コレクタとエミッタがそれぞれコンデンサC3と第1のスイッチ素子Q1のゲートに接続されている。第3のスイッチ素子Q7のベースと直流電源Vccの一端との間には実質的に起動抵抗となる抵抗R16が接続されている。ツェナーダイオードD6は第3のスイッチ素子Q7のベースと入力側のグランドとの間に接続されている。トランジスタQ8は、コレクタが第3のスイッチ素子Q7のベースに接続され、エミッタが入力側のグランドに接続されている。そして、トランジスタQ8のベースは、抵抗R18を介して入力側のグランドに接続され、トランジスタQ4のコレクタにも接続されている。トランジスタQ8のベースは、さらに抵抗R17を介してダイオードD10およびコンデンサC9の接続点に接続されている。

【0071】

10

20

30

40

50

このように構成されたスイッチング電源装置 30 について、まず定格負荷時や重負荷時などの軽負荷時以外の動作を先に説明する。

#### 【0072】

スイッチング電源装置 30 においては、重負荷時にはスイッチング電源装置 1 の場合と同様に第 2 の発光ダイオード PD 2 に電流が流れないのでオフ期間制御回路 32 の第 2 のフォトトランジスタ PT 2 がオフのままになる。第 2 のフォトトランジスタ PT 2 がオフになるとコンデンサ C 6 の充電電圧によってトランジスタ Q 4 がオンになり、トランジスタ Q 8 がオフになる。そのために、第 3 のスイッチ素子 Q 7 のベースはツェナーダイオード D 6 のツェナー電圧になり、第 3 のスイッチ素子 Q 7 がオン状態になる。この場合、フライバック電圧が帰還巻線 N 3 から第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートに印加されるのが妨げられない。したがって、重負荷時にはオフ期間制御回路 32 は機能しない。

10

#### 【0073】

なお、オン期間制御回路 5 に関してはスイッチング電源装置 1 と同じであるため、重負荷時にはオン期間制御が行われる。

#### 【0074】

一方、軽負荷時には、第 2 の発光ダイオード PD 2 に電流が流れるために第 2 のフィードバック信号が発生し、オフ期間制御回路 32 が機能する。以下、オフ期間制御回路 32 の動作について説明する。

#### 【0075】

スイッチング電源装置 1 のオフ期間制御回路 6 の場合と同様に、第 1 のスイッチ素子 Q 1 のオフ期間にコンデンサ C 6 の充電電荷は抵抗 R 11 および第 2 のフォトトランジスタ PT 2 を介して放電され、充電電圧はトランジスタ Q 4 のしきい値以下になり、トランジスタ Q 4 はオフ状態になる。それによって、トランジスタ Q 8 がオン状態になり、その結果、第 3 のスイッチ素子 Q 7 はオフ状態になる。そのため、二次巻線 N 2 から流れ出る電流がなくなって帰還巻線 N 3 にフライバック電圧が発生しても、それが第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートに印加されるのが妨げられる。

20

#### 【0076】

すなわち、スイッチング電源装置 30 においては、オフ期間制御回路 6 の場合には PNP トランジスタであった第 3 のスイッチ素子がオフ期間制御回路においては NPN トランジスタになったために、トランジスタ Q 4 と第 3 のスイッチ素子 Q 7 の間に論理反転の回路が挿入された点だけがスイッチング電源装置 1 との違いである。したがって、動作的にはスイッチング電源装置 1 とほとんど違いはない。

30

#### 【0077】

以下、第 3 のスイッチ素子として PNP 型のトランジスタを用いている図 1 のスイッチング電源装置 1 と比較することによって、スイッチング電源装置 30 の作用効果について説明する。

#### 【0078】

まず、スイッチング電源装置 1 においては、起動条件は次の式の通りである。

$$v_{cc} \times r_a / (r_6 + r_a) > V_{th}(Q1)$$

このうち、 $v_{cc}$  は直流電源  $V_{cc}$  の電圧、 $r_a$  は抵抗 R 10 と R 12 (第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲート・ソース間に設けた抵抗) の並列抵抗値、 $r_6$  は抵抗 R 6 の抵抗値、 $V_{th}(Q1)$  は第 1 のスイッチ素子 Q 1 のしきい値電圧である。なお、第 3 のスイッチ素子 Q 3、トランジスタ Q 4 での電圧降下は無視している。

40

#### 【0079】

ここで、抵抗 R 10 の値は第 3 のスイッチ素子 Q 3 のスイッチング速度に影響し、これが大きいほど第 3 のスイッチ素子 Q 3 のベース電流が小さくなり、それによって第 1 のスイッチ素子 Q 1 のゲートへの電流供給量も少なくなり、第 1 のスイッチ素子 Q 1 のスイッチングスピードが遅くなる。第 1 のスイッチ素子 Q 1 のスイッチングスピードが遅くなるとスイッチング損失が増大するために、抵抗 R 10 の値はあまり大きくできない。そして、抵抗 R 10 の値を大きくできないと、起動条件を満たすために抵抗 R 6 の値も大きくでき

50

ない。抵抗R 6は起動抵抗であるため、この値を大きくできないということは、抵抗R 6での損失を小さくすることができないということを意味する。

#### 【0080】

一方、第3のスイッチ素子としてNPN型のトランジスタを用いたスイッチング電源装置30の場合は、起動条件は次の式のようになる。

$$v_{cc} \times r_{12} / (r_{16} + r_{12}) > V_{th}(Q1)$$

このうち、 $r_{16}$ は抵抗R 16の抵抗値である。

#### 【0081】

スイッチング電源装置1とスイッチング電源装置30の抵抗R 12の抵抗値が同一とすると、スイッチング電源装置1では起動条件より抵抗R 6の抵抗値をスイッチング電源装置30における抵抗R 16の抵抗値よりも小さくする必要がある。そのため、スイッチング電源装置30においては、起動抵抗に相当する抵抗である抵抗R 16での損失を小さくすることができる。

#### 【0082】

このように、スイッチング電源装置30においては、第3のスイッチ素子としてNPN型のトランジスタを用いることによって、起動抵抗による損失の低減を図ることができる。

#### 【0083】

ところで、図7のスイッチング電源装置30においては、第3のスイッチ素子Q 7のベースと直流電源V<sub>cc</sub>の他端との間にツェナーダイオードD 6が接続されている。このツェナーダイオードD 6は第3のスイッチ素子Q 7とともにリミット回路を構成しており、これによって第1のスイッチ素子Q 1のゲート電圧（制御電圧）が所定範囲を超えないように制限している。すなわち、第1のスイッチ素子Q 1のゲート電圧は最大でも

$$V_{gs}(Q1) = V_z(D6) - V_{be}(Q7)$$

に制限される。ここで、 $V_{gs}(Q1)$ は第1のスイッチ素子Q 1のゲート・ソース間電圧、 $V_z(D6)$ はツェナーダイオードD 6のツェナー電圧、 $V_{be}(Q7)$ は第3のスイッチ素子Q 7のベース・エミッタ間電圧である。そのため、ワールドワイド入力対応のスイッチング電源装置のような入力電圧の範囲が広い場合においても、第1のスイッチ素子Q 1の制御電圧が所定範囲を超えるのを防止することができる。

#### 【0084】

なお、スイッチング電源装置20の説明においては省略したが、スイッチング電源装置20においても起動回路についてはスイッチング電源装置30とほぼ同じ構成で、リミット回路も備えているため、スイッチング電源装置30と同様に起動抵抗での損失を低減できたり広い範囲の入力電圧に対応できるという効果を奏することができる。

#### 【0085】

（実施例5）

図8および図9に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図9は図8に示せなかったスイッチング電源装置40の一部を別図で示したものである。図8において、図7と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

#### 【0086】

図8および図9において、スイッチング電源装置40は、スイッチング電源装置30の構成に加えて定電圧レギュレータ41と直流電圧源42を備えている。図8において、A点は直流電源V<sub>cc</sub>の一端（一次巻線N 1の一端）を、B点は帰還巻線N 3の一端を、C点は直流電源V<sub>cc</sub>の他端（帰還巻線N 3の他端、入力側のグランド）を、D点は抵抗R 11、R 16およびR 17の接続点を意味している。なお、スイッチング電源装置30においてはD点はA点に接続されていたものであるが、ここでは接続されていない。

#### 【0087】

まず、定電圧レギュレータ41は、抵抗R 19および抵抗R 20とトランジスタQ 9とツェナーダイオードD 7とダイオードD 8で構成されている。トランジスタQ 9のコレクタは抵抗R 19を介してA点に接続され、ベースはツェナーダイオードD 7を介してC点に

10

20

30

40

50



接続され、エミッタはダイオードD 8を介してD点に接続されている。トランジスタQ 9のベースは抵抗R 20を介してA点にも接続されている。このように構成することによって、トランジスタQ 9のベース電圧はツェナーダイオードD 7のツェナー電圧に定電圧化され、その結果トランジスタQ 9のエミッタはベースより約0.6V低い値に定電圧化される。

#### 【0088】

一方、直流電圧源42はダイオードD 9とコンデンサC 8で構成された整流回路で、ダイオードD 9のカソードには帰還巻線N 3に発生する電圧を整流したものが現れる。

#### 【0089】

そして、定電圧レギュレータ41のトランジスタQ 9のエミッタはダイオードD 8を介して直流電圧源12のダイオードD 9のカソードに接続されるとともにD点に接続されている。

10

#### 【0090】

スイッチング電源装置40において、電源投入時には帰還巻線N 3には電圧が発生していないために直流電圧源42は機能せず、定電圧レギュレータ41によって定電圧化された電圧がダイオードD 8を介してD点に供給される。そして、帰還巻線N 3に電圧が発生して直流電圧源42が機能し始めると、ダイオードD 9のカソード電圧がトランジスタQ 9のエミッタ電圧よりも高くなるために、直流電圧源42の出力電圧がD点に供給される。定電圧レギュレータ41からD点に供給される電流は遮断される。すなわち、ダイオードD 8は直流電圧源42から定電圧レギュレータ41に電流が逆流するのを防止する機能を果たす。

20

#### 【0091】

このように構成されたスイッチング電源装置40において、起動抵抗である抵抗R 16には、電源投入時には定電圧レギュレータ41によって定電圧化された電圧が印加され、電源投入時以外には直流電源Vccより電圧値の低い直流電圧源42からの電圧が印加される。そのため、直流電源Vccから直接電圧が印加される場合に比べて消費電力を低減することができる。

#### 【0092】

なお、スイッチング電源装置40の起動回路部分以外はスイッチング電源装置30と全く同じであるため、重負荷時や軽負荷時などのスイッチング電源としての動作には違いはない。

30

#### 【0093】

また、このような定電圧レギュレータと直流電圧源を用いる構成は、上記のいずれの実施例においても適用可能で、スイッチング電源装置40の場合と同様の作用効果を奏するものである。

#### 【0094】

(実施例6)

図10に、本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の回路図を示す。図10において、図1と同一もしくは同等の部分には同じ記号を付し、その説明を省略する。

#### 【0095】

40

図10に示したスイッチング電源装置50において、スイッチング電源装置1との違いは、出力電圧検出回路3に代えて出力電圧検出回路51を備えている点だけである。出力電圧検出回路51においては、発光ダイオードPD1に直列にスイッチSWが設けられている。そして、オン期間制御回路5において、スイッチング電源装置1の場合は第2の直列回路8の抵抗R 8の抵抗値をオフ期間制御回路を備えていない場合に比べてあらかじめ高くしておくものとしていたが、スイッチング電源装置50の場合はオフ期間制御回路を備えていない場合と同様の通常値にしている。

#### 【0096】

このように構成されたスイッチング電源装置50においては、重負荷時にはスイッチSWをオンにしておく。この場合はスイッチング電源装置1における重負荷時と同様に第2の

50

発光ダイオードPD2に電流が流れないのでオフ期間制御回路6が機能せず、オン期間制御が行われる。

【0097】

一方、軽負荷時には、例えばスイッチング電源装置の組み込まれるファクシミリなどの機器からの待機信号（機器が待機状態にあることを示す信号）によってスイッチSWをオフにする。この場合は第1の発光ダイオードPD1には電流が流れなくなるために第1のフィードバック信号は出力されなくなる。そのため、必然的に第2の発光ダイオードPD2に電流が流れて第2のフィードバック信号が出力されるためにオフ期間制御回路6が機能してオフ期間制御が行われる。

【0098】

このように、スイッチング電源装置50においては、スイッチSWのオン、オフでオン期間制御とオフ期間制御を強制的に切り換えている。オン期間制御とオフ期間制御の自動的な切換は行われない。なお、各制御状態における動作についてはスイッチング電源装置1の場合と実質的な違いはなく、同様の作用効果を奏することができる。

【0099】

なお、スイッチング電源装置50においてはスイッチング電源装置1の出力電圧検出回路にスイッチを設ける構成としたが、もちろん上記のいずれの実施例のスイッチング電源装置においても同様の構成とすることは可能である。

【0100】

（実施例7）

図11に、本発明の電子装置の一実施例の斜視図を示す。図11において、電子装置の1つであるプリンタ100は電源回路の一部として本発明のスイッチング電源装置1を使用している。

【0101】

プリンタ100の印刷動作に関する部分は、印刷時には電力を消費するが、印刷動作をしない待機時にはほとんど電力を消費しない。そして、本発明のスイッチング電源装置1を用いているために、待機時の電力損失を低減し、効率の向上を図ることができる。

【0102】

なお、図11に示したプリンタ100においては図1に示したスイッチング電源装置1を使用した。図5ないし図10に示したスイッチング電源装置10、20、30、40、50を使用しても構わないもので、同様の作用効果を奏するものである。

【0103】

また、本発明の電子装置はプリンタに限られるものではなく、ノートパソコンや携帯情報機器など、電圧の安定な直流電源の必要なあらゆる電子装置を含むものである。

【0104】

【発明の効果】

本発明のスイッチング電源装置によれば、出力電圧の定電圧化に際して、出力電圧検出回路からのフィードバック信号に基づいて、定格負荷時や重負荷時には第1のスイッチ素子のオン期間制御を行い、軽負荷時には第1のスイッチ素子のオフ期間制御を行う。これによって軽負荷時のスイッチング周波数を低下させてスイッチング損失の低減を図ることができる。また、定格負荷時や重負荷時には、スイッチング周波数を比較的高くして導通損失の増大を防止することができる。

【0105】

また、本発明の電子装置によれば、本発明のスイッチング電源装置を用いることによって、効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のスイッチング電源装置の一実施例を示す回路図である。

【図2】 図1のスイッチング電源装置の所定箇所における負荷の大きさと電圧波形との関係を示す特性図である。

【図3】 図1のスイッチング電源装置の負荷電流とスイッチング周波数との関係を示す特

10

20

30

40

50

性図である。

【図4】図1のスイッチング電源装置の負荷電流と効率との関係を示す特性図である。

【図5】本発明のスイッチング電源装置の別の実施例を示す回路図である。

【図6】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図7】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図8】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例の一部を示す回路図である。

【図9】図8のスイッチング電源装置の別の一部を示す回路図である。

【図10】本発明のスイッチング電源装置のさらに別の実施例を示す回路図である。

【図11】本発明の電子装置の一実施例を示す斜視図である。

【符号の説明】

1、10、20、30、40、50…スイッチング電源装置

2…整流回路

3、51…出力電圧検出回路

4、21、31…制御回路

5…オン期間制御回路

6、22、32…オフ期間制御回路

7…第1の直列回路

8…第2の直列回路

23…第3の直列回路

41…定電圧レギュレータ

42…直流電圧源

100…プリンタ

T…トランス

N1…一次巻線

N2…二次巻線

N3…帰還巻線

Vcc…直流電源

Q1…第1のスイッチ素子

Q2…第2のスイッチ素子

Q3、Q5、Q7…第3のスイッチ素子

PD1…第1の発光ダイオード

PD2…第2の発光ダイオード

PT1…第1のフォトトランジスタ

PT2…第2のフォトトランジスタ

SR…シャントレギュレータ

C7…コンデンサ

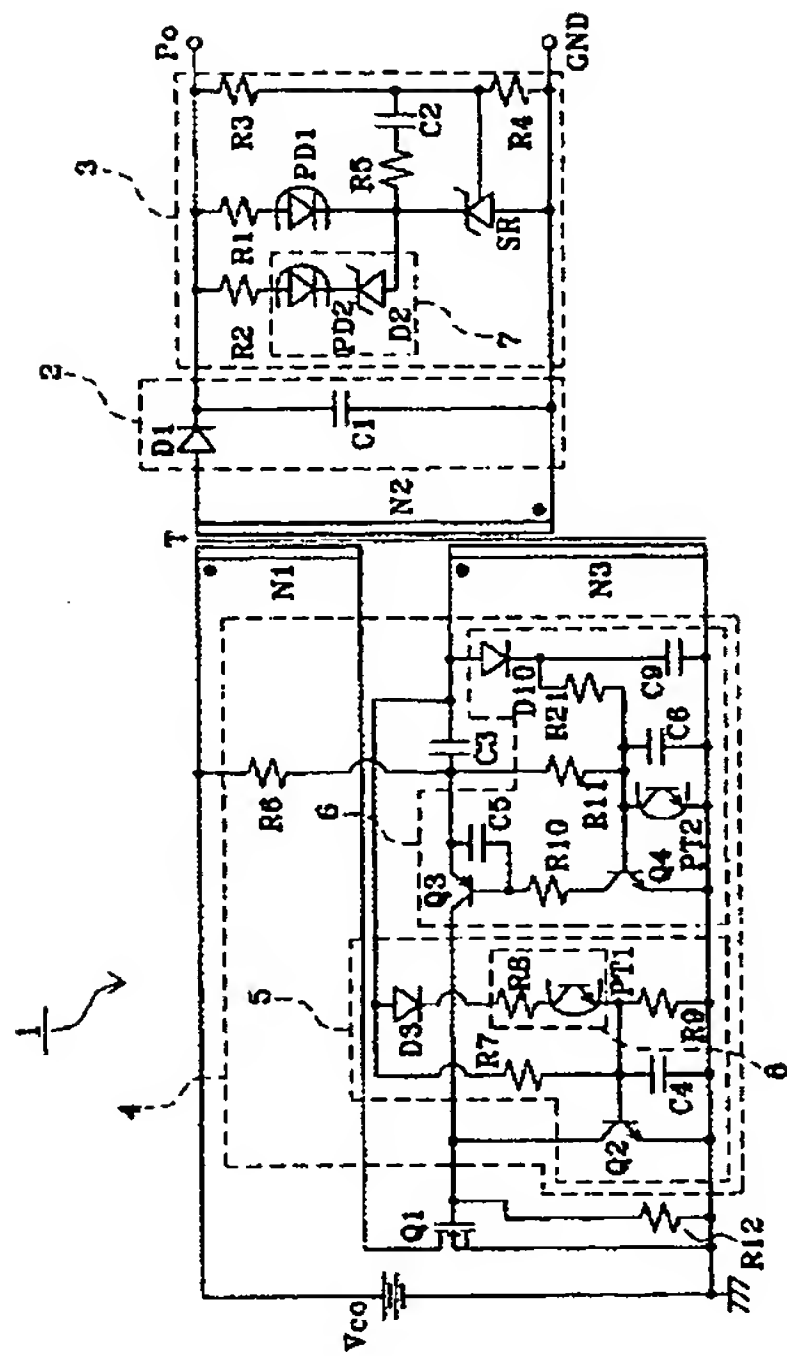
SW…スイッチ

10

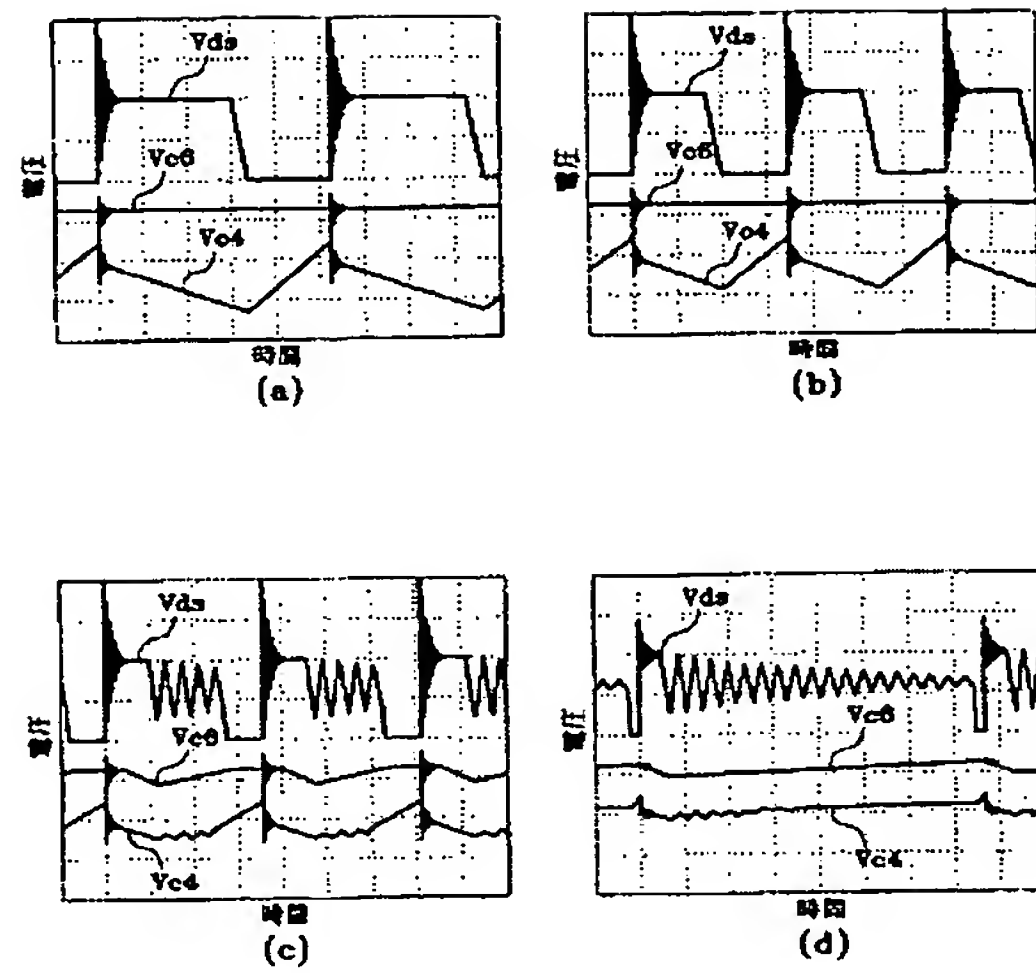
20

30

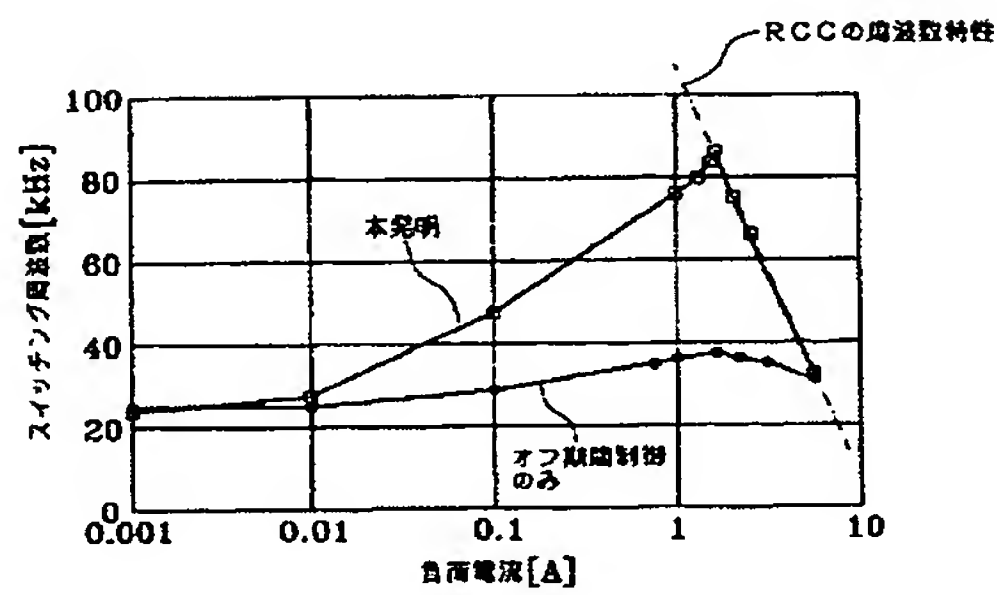
【図1】



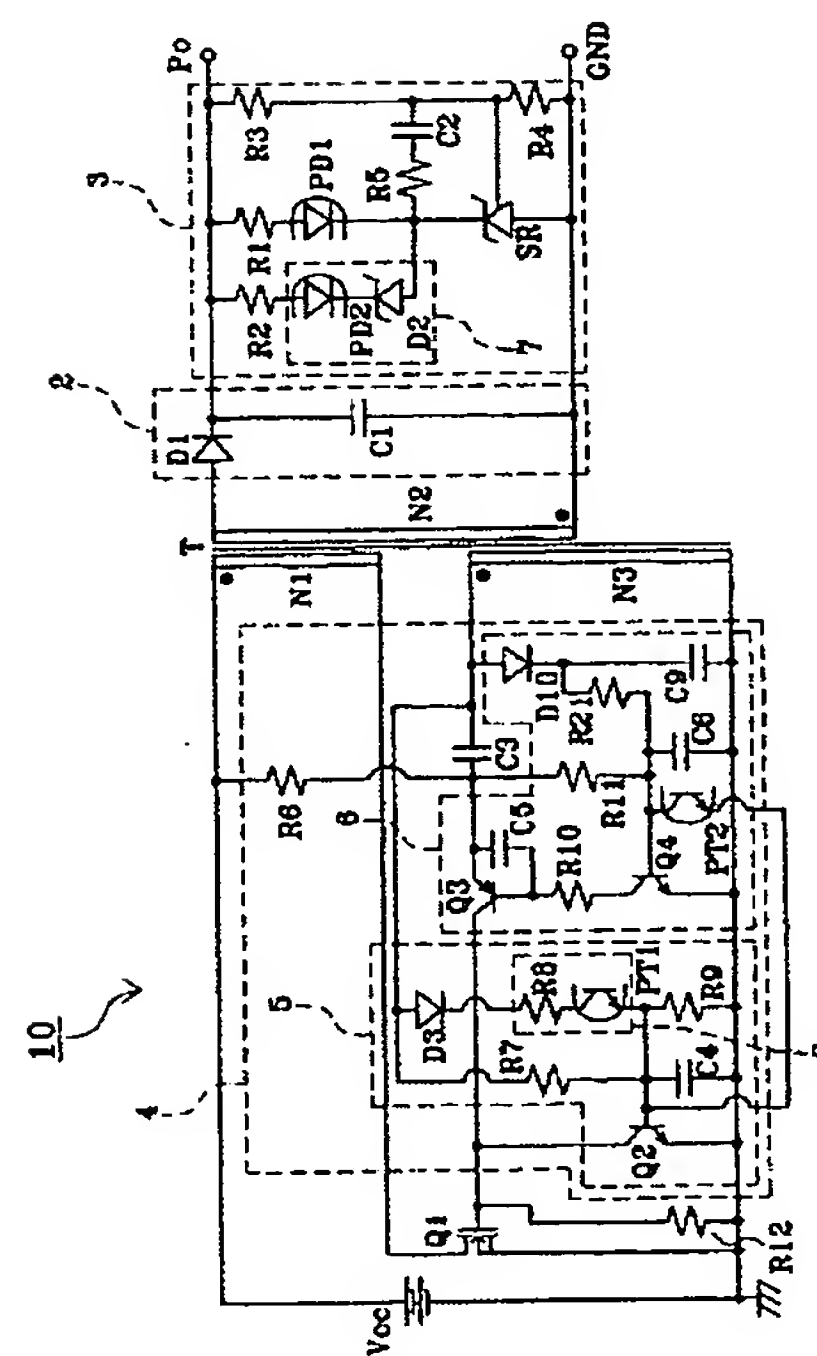
【図2】



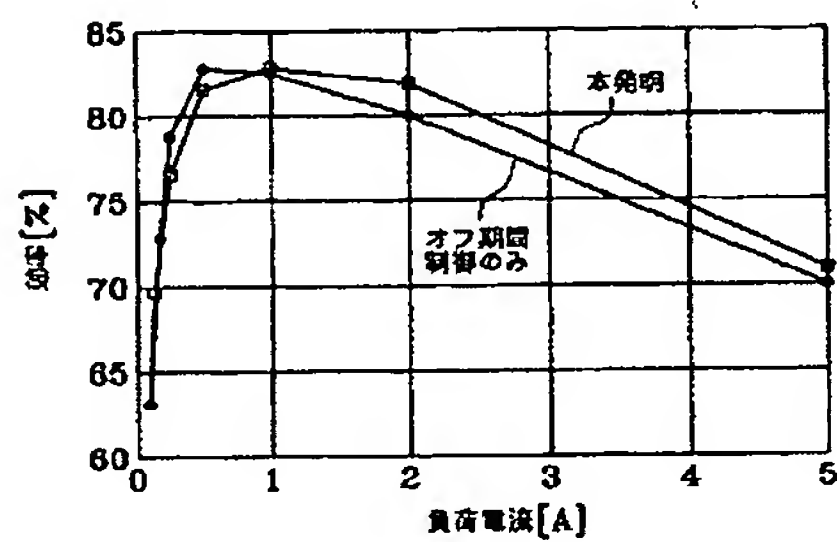
【図3】



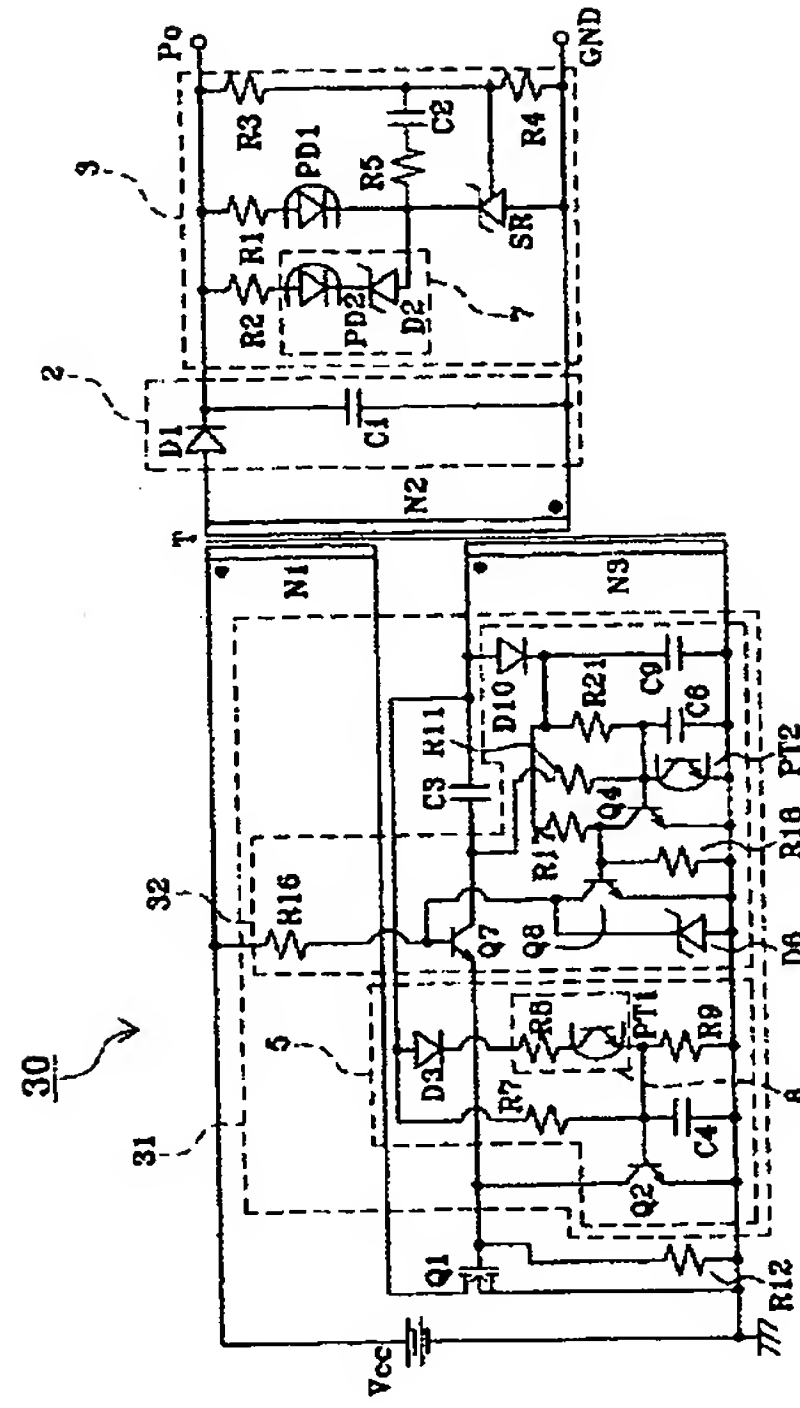
【図5】



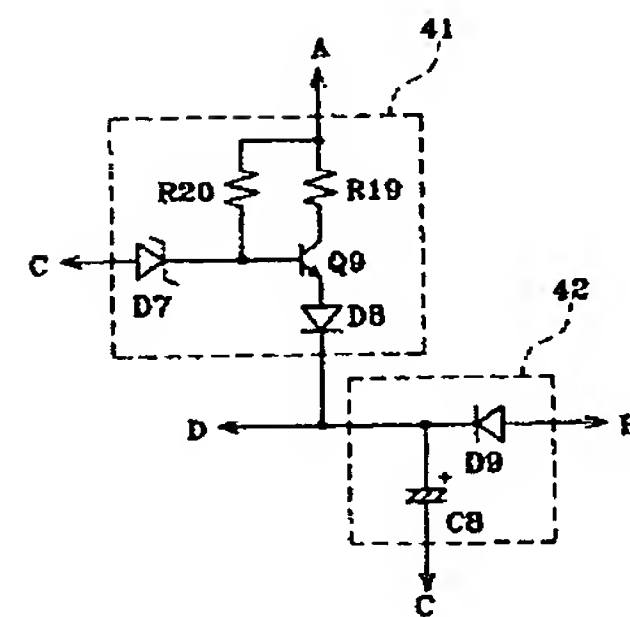
【図4】



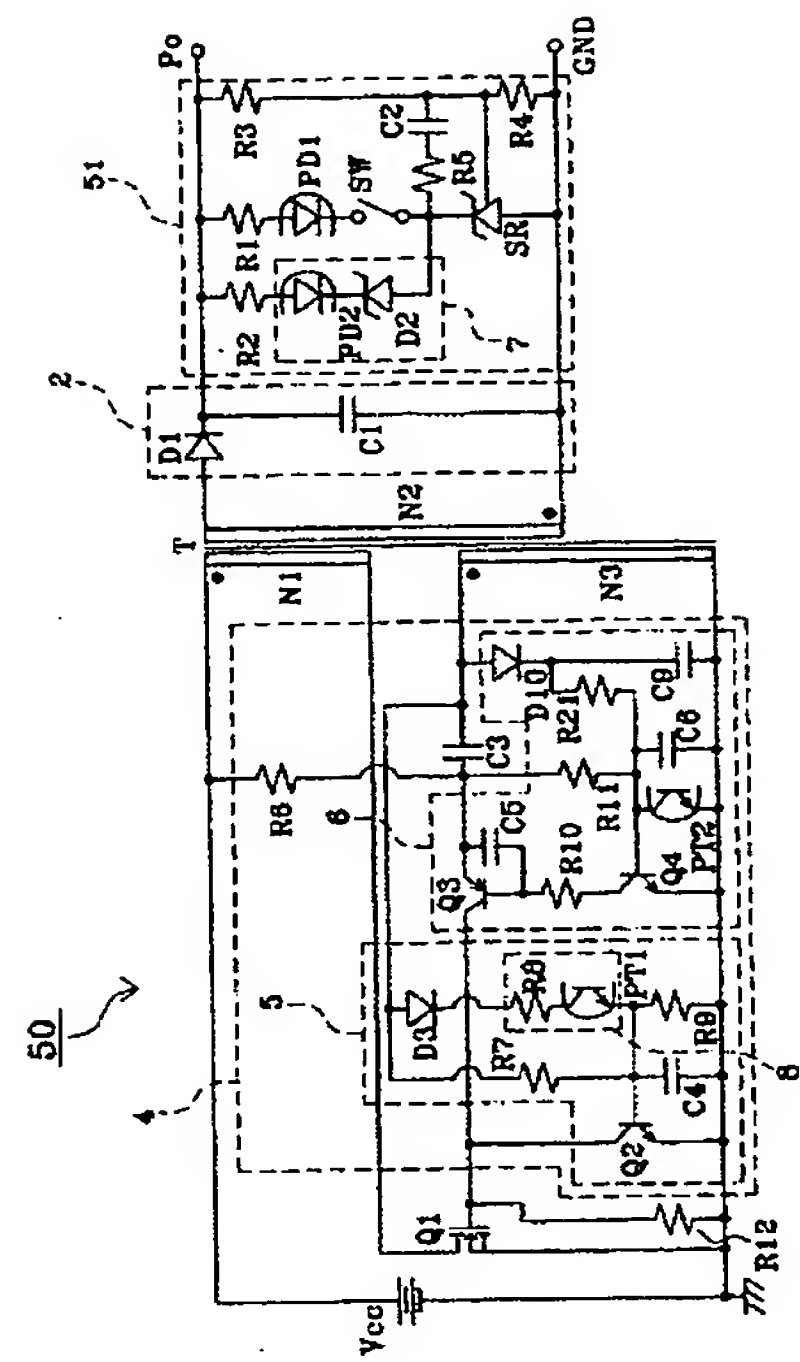
【图 7】



【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】

